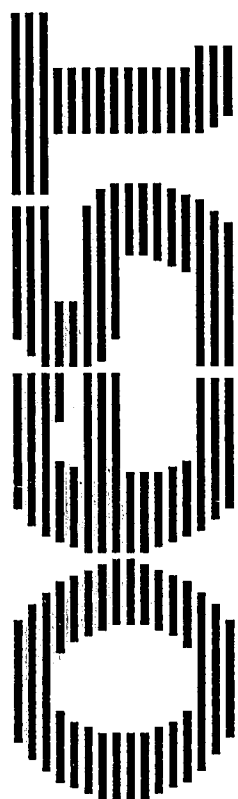


NOVEMBRE 1993

OEST - DRAST
ENPC (CERAS)



LE COUT DU CAPITAL
DES INFRASTRUCTURES
DE TRANSPORT

RAPPORT FINAL

Émile QUINET
Catherine ROY
Dominique SCHWARTZ
Jean - Pierre TAROUX

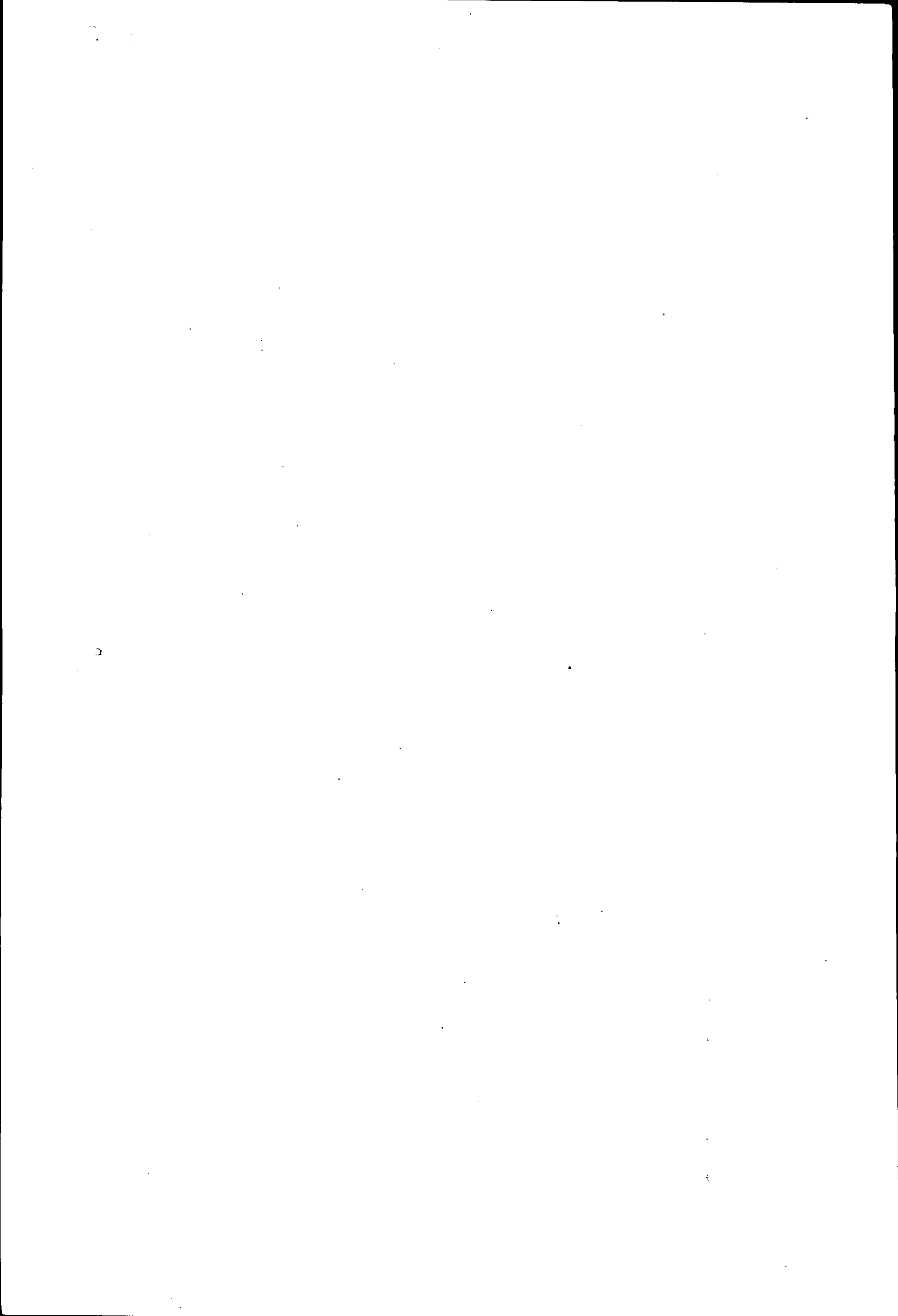
4642



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT,
DES TRANSPORTS ET
DU TOURISME

ÉCOLE NATIONALE
DES PONTS ET CHAUSSÉES
28, rue des Saints - Pères 75007 Paris

OBSERVATOIRE ÉCONOMIQUE ET
STATISTIQUE DES TRANSPORTS
La Grande Arche 92055 Paris - La Défense Cedex 04



SOMMAIRE

PROBLEMATIQUE	page 4
INTRODUCTION	page 6
1. LA DÉFINITION DU CAPITAL DANS LA THÉORIE ÉCONOMIQUE ET DANS LA COMPTABILITÉ NATIONALE	
1.1. Le capital dans la théorie économique	page 11
1.2. Le capital dans les investigations empiriques	page 12
1.3. La formation de capital dans la théorie économique	page 13
2. LA DÉFINITION DE L'INVESTISSEMENT ET DE LA CONSOMMATION DE CAPITAL DANS LA COMPTABILITÉ NATIONALE	
2.1. Capital brut et investissement	page 16
2.2. L'investissement dans la comptabilité nationale	page 16
2.3. La consommation de capital fixe dans la comptabilité nationale	page 18
2.4. Durée de vie et mortalité	page 19
2.5. Capital net et capital amorti	page 20
2.6. Vieillesse et dépréciation	page 21
3. LE PROBLÈME DES VARIATIONS DE PRIX	page 23
4. LE PROBLÈME DE LA DÉPRÉCIATION : USURE TECHNIQUE ET OBSOLESCENCE TECHNOLOGIQUE	
4.1. L'évaluation du capital	page 26
4.2. L'évaluation du volume d'investissement	page 27
4.3. L'évaluation de l'amortissement	page 29
5. LE CHOIX DES LOIS DE MORTALITÉ ET DE DÉPRÉCIATION	
5.1. Des distributions de durées de vie log-normales	page 31
5.2. Quelques propriétés utiles des distributions log-normales	page 32
5.3. Une méthode graphique	page 34
5.4. Une méthode plus moderne et des calculs plus précis	page 36
5.5. Les lois de mortalité et de dépréciation	page 37

6. L'ELABORATION DES SERIES DE CAPITAL

- 6.1. Les formules générales page40
- 6.2. Les modalités pratiques de calcul page42

7. LES DONNEES RECUEILLIES ET LES PREMIERS RESULTATS

- 7.1. le cas du réseau routier national
 - page 43
 - autoroutes page 45
 - routes et voiries nationales page 64
- 7.2. le cas des routes et voiries locales page 76
- 7.3. Le cas de la S.N.C.F.
 - page 89
 - TGV page 89
 - réseau classique page 99
- 7.4. Le cas de la R.A.T.P. page 108
- 7.5. Le cas des transports collectifs
 - urbains de province page 117
 - métros Lyon et Marseille page 120
- 7.6. le cas des ports. page 126
- 7.7. Le cas des voies navigables page 135
- 7.8. Récapitulatif. page 151

- 8. ANNEXES. page 152

PROBLEMATIQUE

De nombreux travaux économiques empiriques nécessitent la connaissance du stock de capital accumulé dans les activités productives, les analyses de productivité par exemple, mais aussi d'autres types d'études ou de recherches comme celles qui, sur un plan plus macro-économique, tentent de relier les investissements notamment publics (et en particulier dans les transports) à la production ou à la croissance (théories de la croissance endogène).

En outre, il s'avère indispensable de mieux connaître la liaison capital -investissements (pour apprécier la part des investissements de renouvellement et de capacité) et la liaison capital-entretien (pour connaître le niveau des charges récurrentes liées au capital existant et futur).

Parallèlement à ce besoin de connaissance de nature économique et financière des demandes plus simplement statistiques sont adressées par divers organismes internationaux (CEE, OCDE-CEMT) à la France, dans le but de compléter des données déjà disponibles pour d'autres pays.

Pour répondre à toutes ces demandes, l'Observatoire économique et statistique des transports (OEST) a décidé, avec l'aide du SERT (qui fait aujourd'hui partie de la DRAST) et le concours du CERAS de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées , de mener les premiers travaux nécessaires. Le travail présenté dans le présent rapport résulte de la contribution du CERAS (Dominique SCHWARTZ et Emile QUINET) et de celle de l'OEST. (Cette étude a été conçue et coordonnée par Jean-Pierre TAROUX avec la participation de Catherine ROY).

Depuis les travaux fondateurs de Jacques MAIRESSE et Henri DELESTRE, dans les années 1970, la méthodologie de l'évaluation du stock et de la consommation de capital fixe n'a pratiquement pas évolué. En outre, les estimations de ces grandeurs effectuées par l'INSEE ne sont réalisées qu'au niveau des branches. Ainsi en particulier pour la branche transports , les données disponibles retracent le capital fixe brut et net des GEN, des SQS et des APUL mais en identifiant le matériel de transport, le poste autres que matériels de transport (les équipements électriques et électronique, les machines outils, les équipements industriels, les matériel de bureau et d'informatique.....) et les constructions autres logement (génie civil des infra.).

Les séries disponibles datent de 1970 mais on ne connaît pas l'année de base de l'évaluation. De plus les routes et voiries ne figurent pas dans ces estimations (seules figurent celles des sociétés concessionnaires d'autoroutes dans les SQS).

D'une manière générale, l'évaluation du capital fixe productif pose des problèmes de définition, de mesure et d'agrégation, problèmes complexes et conditionnés étroitement les uns par les autres. Le cas des différents modes de transport n'échappe pas à cette règle.

La nécessaire harmonisation statistique européenne et le désir de mieux connaître la valeur des investissements réalisés et à entreprendre, en distinguant chaque mode de transport, requièrent l'établissement de séries chronologiques suffisamment longues et détaillées. Les données disponibles étant lacunaires, disparates et peu cohérentes entre elles, un travail préliminaire méthodologique s'impose.

On constate en effet l'existence de grandes lacunes : certaines informations n'étant pas disponibles, et par ailleurs de grandes divergences selon les sources, quand des informations sont disponibles par divers canaux. La raison de ce dernier phénomène est le caractère ambigu du terme 'investissement', qui peut recouvrir, selon les auteurs, des concepts très différents : de nature comptable (à partir des bilans réévalués) ou de nature économique et selon des nomenclatures variées. La prise en compte de l'origine des financements utilisés pour investir vient encore souvent altérer la qualité des informations publiées à partir de sources budgétaires.

A partir du recensement le plus exhaustif possible des données existant sur l'investissement, auprès de la Comptabilité Publique, des Ministères de tutelle, des grandes entreprises etc. on a analysé les séries de Formation Brute de Capital Fixe de chaque mode de transport en distinguant les transports urbains et interurbains. On en a déduit des évaluations de capital, lorsque les séries rassemblées le permettaient, c'est à dire dans le cas des routes (autoroutes, routes et voiries nationales, routes et voiries locales), la SNCF, la RATP, les métros de Province, les ports et les voies navigables.

La méthode chronologique ou méthode de l'inventaire perpétuel, consiste à simuler l'accumulation du capital, moyennant l'utilisation de séries longues d'investissement et la connaissance des durées de vie des équipements. C'est cette méthode qui a été employée.

INTRODUCTION

Dans le cas usuel des biens courants, qui satisfont aux caractéristiques de la théorie classique élémentaire, les entreprises fonctionnent à rendement constant, et, dans l'hypothèse de marchés concurrentiels, les prix sont pour elles des données, leur taille par rapport au marché est négligeable, leurs profits sont nuls, les marchés sont équilibrés : si l'on fait de plus l'hypothèse qu'il n'y a pas d'incertitude, les projets des entreprises se réalisent sans aléa, et la valeur des biens d'équipement se trouve déterminée par leur prix sur le marché.

Cette valeur est égale à leur coût de fabrication ainsi qu'aux bénéfices futurs (actualisés bien sûr) que leur possession permettra à l'entreprise de faire.

Cette double égalité résulte du jeu du marché et de l'équilibre qui s'y instaure entre l'offre et la demande des biens en général, des biens d'équipement en particulier. La pression de la compétition entre les offreurs entraîne un abaissement des prix au niveau des coûts de production et, au prix auquel on arrive, tous ceux qui en retirent un bénéfice positif achètent le bien. Mais si ce bénéfice est significatif, une demande supplémentaire s'exercera pour le bien d'équipement en cause, demande issue de nouvelles entreprises entrant dans l'activité, et le processus se développera jusqu'à ce que l'on arrive à l'égalité entre coût de production du bien d'équipement et somme des bénéfices que sa possession permet de réaliser.

Lorsque le bien d'équipement n'est pas neuf mais usagé, sa valeur sur le marché va baisser en dessous de sa valeur à neuf, car il sera moins performant. Son utilisation sera plus coûteuse, elle fournira une production de moins bonne qualité que lorsqu'il était neuf. Par ailleurs le progrès technique aura pu entraîner l'apparition de biens d'équipement ayant le même usage, mais moins coûteux ou plus efficaces à coût égal. Pour toutes ces raisons la somme des bénéfices actualisés qu'on peut en retirer est plus faible et le prix des biens d'équipement usagés diminue avec leur âge, ce que l'on constate par exemple sur le marché des voitures d'occasion.

Ces résultats permettent d'attribuer un prix aux biens d'équipement usuels, prix fixé sans ambiguïté, même si bien sûr son estimation statistique pose des problèmes difficiles sur le plan pratique et recèle de nombreux aléas.

Mais la situation idéale qui vient d'être décrite ne peut pas être admise, même à titre de première approximation, dans le cas des infrastructures de transport. Les hypothèses présentées plus haut sont en effet en défaut sur de nombreux points :

-il n'y a pas de marché concurrentiel pour les infrastructures, on ne peut pas observer de prix de transaction correspondant à l'achat ou à la vente des infrastructures (sauf pour les cas extrêmes de ports ou d'aéroports privés)

-leur longue durée de vie, quasiment infinie, ne permet pas de considérer qu'il n'y a pas d'incertitude ;

-en raison notamment de l'existence de rendements croissants et de fortes indivisibilités, le calcul à la marge ne peut pas s'appliquer et le coût n'est pas égal à la somme des bénéfices actualisés qu'on peut en retirer ;

-en raison de l'absence de marché concurrentiel pour l'usage des infrastructures, le prix de leur usage n'est pas défini, il peut varier selon le mode de leur gestion et, en particulier, comme ces équipements engendrent des effets externes, selon que leur gestion est effectuée avec des objectifs financiers ou collectifs.

Détaillons ces différents points.

1. L'absence de marché.

Ce point résulte d'évidence de ce que les infrastructures sont décidées par la puissance publique selon une procédure bureaucratique. On ne dispose donc pas d'information statistique sur les prix d'échange, ce qui n'est peut-être pas grave pour les infrastructures neuves dont on peut en général connaître le coût, mais l'est davantage pour les infrastructures usagées.

2. L'incertitude.

Le caractère unique des infrastructures, le fait qu'on ne puisse pas les réutiliser à autre chose, allié au fait que leur durée de vie est longue, détruit l'intérêt du coût comme indicateur de leur valeur. Dans une activité courante, si un industriel a fait le choix erroné d'un équipement ou s'est trompé sur les bénéfices qu'il peut en retirer, il revendra cet équipement au prix qu'il l'a acheté ou presque, ce prix étant égal au coût. Si un hôtelier ne fait pas de bonnes affaires il pourra revendre son immeuble, avec peut-être une perte, mais le marché immobilier lui permettra d'en retirer une valeur voisine du coût d'acquisition. En matière d'infrastructures, il n'en est rien. Une erreur de prévision n'est pas réparable, on ne peut pas revendre, aucune action commerciale sensible ne permet de renverser de mauvais résultats. Or les erreurs de prévision sont fréquentes, comme dans le cas de l'autoroute A4 ou dans celui d'Orlyval. L'autoroute A4 valait peut-être 10 milliards de francs juste avant sa mise en service, et quelques mois après, lorsqu'on s'est aperçu que les prévisions de trafic et de recettes ne se réaliseraient pas, à peine le quart. On ne pouvait pas la revendre comme c'aurait été le cas s'il s'était agi de camions.

L'incertitude à la mise en service se poursuit tout au long de la vie de l'équipement, en raison de l'absence de mobilité de ce dernier, de l'impossibilité d'en faire un autre usage et de sa longue durée de vie au cours de laquelle son utilité -mesurée par exemple par le trafic en volume et en nature- variera. Dans ces conditions la valeur actualisée des bénéfices futurs va changer au cours du temps. Les routes, et les voies ferrées secondaires, les canaux au gabarit Freycinet qui étaient indispensables au 19ème siècle sont souvent aujourd'hui beaucoup moins utiles.

3. L'écart entre le coût et le bénéfice actualisé.

De toute façon le coût de construction n'est en général pas égal à la somme des bénéfices actualisés attendus de l'investissement, en raison de la croissance dans la plupart des cas des trafics et des avantages. Il lui est très inférieur, comme le montre le fait que les taux de rentabilité internes sont nettement supérieurs aux taux de rentabilité immédiate. On ne peut donc pas recourir à l'approximation des bénéfices futurs attendus pour avoir une évaluation de la valeur du bien d'équipement.

4. Le flou dans la définition du bénéfice actualisé.

Pour un bien courant soumis à un marché concurrentiel, la somme des bénéfices actualisés futurs est bien définie, tant du côté des dépenses que du côté des recettes, ces dernières dépendant du prix du marché pour le bien que produit l'équipement, et ce prix du marché est parfaitement défini. Il n'en est pas de même pour les infrastructures, car leur usage n'est pas régi par un marché concurrentiel, et le prix pour cet usage n'est pas défini par un mécanisme unique. On trouve en effet dans la pratique toutes sortes de prix, qui répondent soit à une logique financière de recherche du profit maximum, comme c'est le cas pour les autoroutes concédées, ou à une logique d'optimum collectif, comme c'est le cas pour le transport ferré de marchandises, ou aussi à une logique de redistribution sociale comme pour le transport urbain.

Le travail des
économistes n'est
pas fixé seul
à priori de
profit maximum

Pour ces raisons l'évaluation de la valeur du capital d'infrastructures présente des caractéristiques particulières. L'évaluation par l'intermédiaire des bénéfices futurs attendus ne convient pas (1). L'évaluation par le prix du marché n'est pas possible puisqu'il n'y a pas de marché. On est alors forcé de se rabattre sur des méthodes fondées sur le coût de construction initial ; mais on se trouve alors confronté à plusieurs problèmes classiques dans l'évaluation des biens de capital, mais dont la solution dans le cas des infrastructures prend une allure particulière ; il convient donc de préciser la manière dont ils se posent dans ce cas, et d'explicitier les solutions qui y sont apportées.

Ces problèmes sont :

-La définition du capital, telle qu'elle apparaît dans la littérature économique, et telle qu'elle se présente dans la comptabilité nationale.

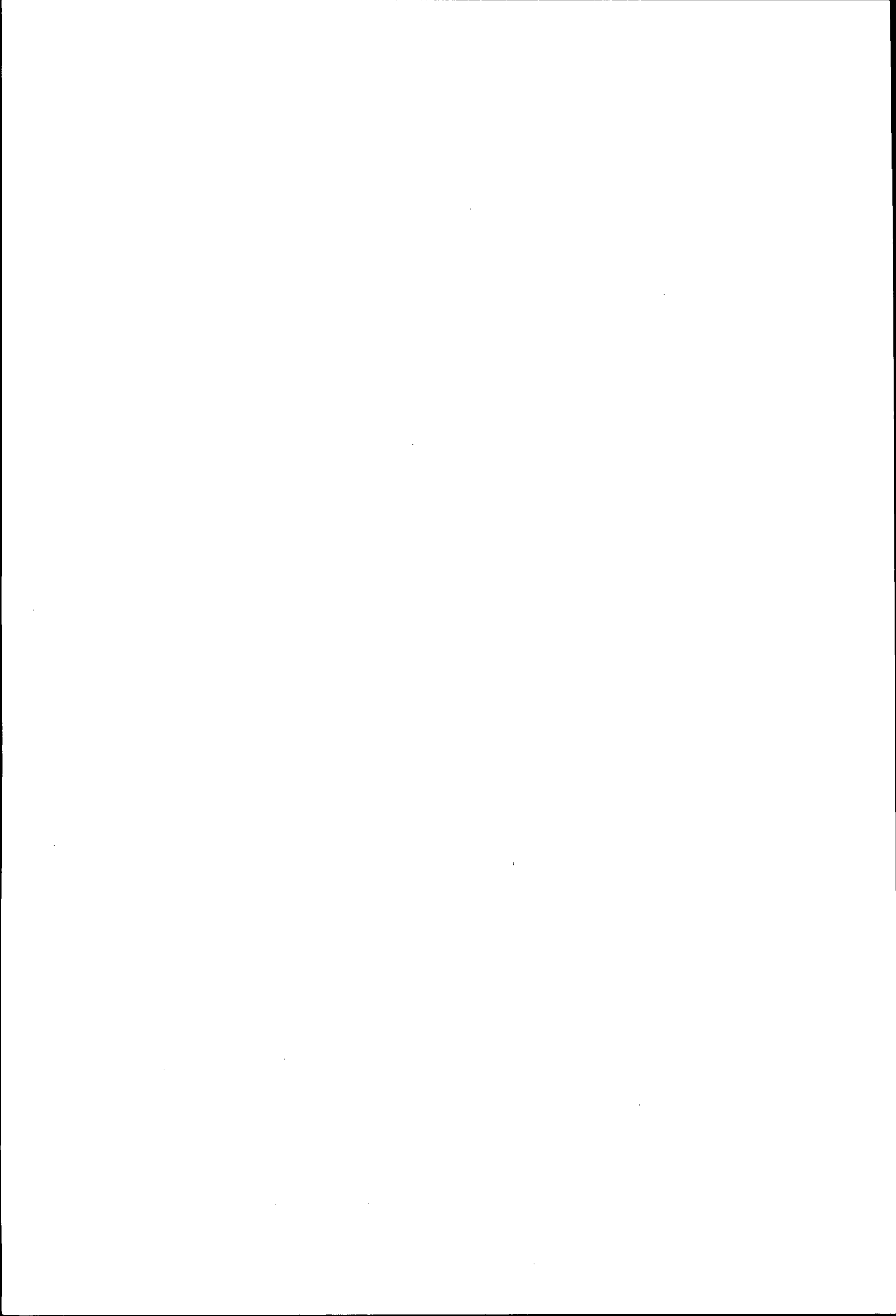
-La définition dans la comptabilité nationale de l'investissement et de la consommation de capital fixe.

(1) On pourrait y rencontrer ce résultat paradoxal que la valeur de l'infrastructure augmenterait avec le temps au lieu de diminuer comme c'est le cas pour tous les autres biens capitaux ; ceci proviendrait de ce que les bénéfices actualisés futurs augmenteraient avec le temps, en raison d'un taux de croissance des trafics supérieur au taux d'actualisation.

-Le problème des variations de prix, qu'il s'agisse de variations du niveau général des prix, ou des prix relatifs.

-De façon plus spécifique aux infrastructures, la manière de tenir compte de la dépréciation au cours du temps, qu'elle soit purement technique -usure à technologie constante, et alors on pourrait parler d'usure technique-, ou liée à l'évolution et au progrès technologique -obsolescence technologique.

Des sections seront consacrées à chacun de ces aspects et définiront la manière dont ils seront traités, avant de présenter les résultats numériques auxquels ils conduisent.



1. LA DEFINITION DU CAPITAL DANS LA THEORIE ECONOMIQUE ET DANS LA COMPTABILITE NATIONALE

1.1. Le capital dans la théorie économique

Dans la théorie économique, le capital est défini comme une marchandise qui est elle-même utilisée dans la production d'autres biens ou services. C'est un moyen de production fabriqué par l'homme, comme une usine ou un équipement, et créé en vue d'accroître la production dans le futur. On peut noter que sous cet aspect il ressemble à l'épargne, dans la mesure où il représente l'abandon d'une consommation courante pour obtenir une production et une consommation futures.

Les premiers économistes qui ont donné une formulation de la vision néo-classique du capital ont été E. von Böhm-Bawerk et K. Wicksell. Ils considéraient que le capital est un fonds accumulé qui permet un usage indirect de la main d'oeuvre et, selon eux, à mesure que le taux de salaire augmentait par rapport au taux d'intérêt, les techniques de production devaient devenir plus capitalistes. J. Clark a ajouté à ces travaux la notion d'un stock de capital réel, homogène, tel que la perte due à la dépréciation serait constamment compensée et que le stock resterait inchangé.

Cette vision néoclassique est restée inchangée jusqu'aux vigoureuses critiques de l'école de Cambridge, formulées pour la première fois en 1953 par J. Robinson. Selon ces critiques, si le capital est hétérogène et si la production est à facteurs strictement complémentaires - c'est-à-dire qu'il n'y a pas de substituabilité entre les facteurs de production - il peut ne pas exister de relation invariante entre l'intensité capitaliste et les prix relatifs des facteurs de production. En réponse à ces critiques, R. Solow a développé l'idée d'un capital agrégé hétérogène, où les différentes couches de capital sont identifiées par génération (i.e. par leur période de fabrication). Chaque génération de capital est pondérée par un facteur de croissance de la productivité traduisant le fait qu'un capital plus récent incorpore des progrès techniques et le fait qu'un capital plus ancien s'est dégradé.

Ensuite, C. Kennedy et C. Weizsacker ont introduit l'idée selon

laquelle le progrès technique favorise l'augmentation du capital et la notion d'innovation induite tandis que K. Arrow développait la notion d'apprentissage.

Les recherches plus actuelles développent l'idée d'un progrès technique endogène et tentent d'élaborer des théories où il ne s'agit plus d'un facteur exogène pondérant les équations mais d'un phénomène expliqué par la théorie économique.

1.2. Le capital dans les investigations empiriques

Une première difficulté provient du fait que le capital est acquis par les entreprises sous la forme d'un stock durable, alors que les services fournis par ce capital sont utilisés comme un flux engendré par ce stock. Si l'on cherche, par exemple, à définir une fonction de production pour une période donnée, dans laquelle les autres facteurs de production entrent comme des flux, il faut non seulement définir une unité de mesure invariante du stock de capital, mais aussi une mesure du flux de services engendrés (ou utilisés) pendant cette période.

Une seconde difficulté, liée à la précédente, concerne la détermination du prix d'utilisation des services du capital. En termes simples, il s'agit d'identifier le coût d'usage du capital, plutôt que le rendement du capital. L'idée d'utiliser des données comptables n'est pas très satisfaisante sur le plan théorique, car ces données ne reflètent pas "le coût d'opportunité" qui est le vrai coût économique que l'on cherche à mesurer : elles peuvent inclure des éléments relevant du rendement du capital. Selon D. Jorgensen et Z. Griliches, le prix des services du capital peut être mesuré en faisant le produit du coût d'acquisition unitaire du capital et du coût d'usage par unité, qui comprend le taux de rendement de l'ensemble du capital dans l'économie (le coût d'opportunité), le taux de dépréciation du capital concerné (le coût d'utilisation) et le taux des gains ou pertes en capital (le rendement ou le coût de détention du capital concerné). Mais ces calculs supposent qu'un stock donné de capital engendre un flux donné de services, ce qui permet d'obtenir un prix des services du capital exogène aux entreprises. Les entreprises - ou les administrations - peuvent toutefois agir à la fois sur le taux d'utilisation de leur stock de capital et sur leur taux d'entretien; il en résulte que le flux de services

et le taux de dépréciation peuvent être ajustés par ces agents économiques, d'où un prix endogène du capital.

1.3. La formation de capital dans la théorie économique

La formation de capital est le développement de moyens destinés à une production future. Chez les économistes classiques, les moyens de production appartenaient à trois catégories : la terre, la main d'oeuvre et le capital. La terre comprend toutes les richesses naturelles, dans le sous-sol, l'eau et l'air. Ces ressources ont en commun avec la main d'oeuvre de ne pas provenir du processus de production lui-même. On pensait même, de façon assez naïve, qu'elles ne seraient jamais épuisées par la production. Le capital, quant-à lui, a deux traits qui le distinguent ; il est produit par l'économie et il est consommé, ou s'use, dans le processus de production.

Pour une entreprise commerciale, le capital comprend les bâtiments, les structures ou usines, les machines ou équipements et les stocks. Dans une acception plus large, on inclut aussi les logements, les installations et équipements de transport, y compris les routes et les aéroports, possédés par le secteur public et le secteur privé. En élargissant encore le concept, on peut considérer que le capital se compose de toutes les installations de production corporelles, possédées par l'Etat, les ménages, les organisations à but non lucratif et les entreprises.

En fait, on utilise aujourd'hui un concept encore plus large, qui recouvre également le capital humain et les actifs incorporels. Le capital inclut ainsi les connaissances produites par la recherche et le développement, les compétences acquises par l'éducation et la formation professionnelle, mais aussi les améliorations de productivité dues aux investissements réalisés dans le domaine de la santé des travailleurs et l'augmentation de la valeur des sols et des ressources naturelles résultant de travaux d'amélioration de la qualité des sols, de l'exploration minière et des investissements de préservation ou d'amélioration de l'environnement.

On voit assez facilement, à la lumière de ce qui précède, quels éléments, possédés, produits ou acquis par les secteurs publics et privés sont "du capital" et, donc, quels éléments nouveaux font partie de la "formation de capital" et doivent être considérés comme des investissements au sens de la

théorie économique. On ne voit pas, en revanche, comment il convient d'évaluer et d'agrèger ces différents éléments pour en tirer un concept opératoire dans les études empiriques. Clairement, une nomenclature et des règles sont nécessaires : c'est l'objet de la comptabilité nationale.

2. LA DEFINITION DE L'INVESTISSEMENT ET DE LA CONSOMMATION DE CAPITAL DANS LA COMPTABILITE NATIONALE

Les travaux pionniers de J. Mairesse (INSEE-1972) sur l'évaluation du capital fixe productif mis en oeuvre dans l'ensemble de l'économie française sont toujours d'actualité. Il est possible d'aborder le problème de l'évaluation du capital en infrastructures de transport en rappelant la méthodologie élaborée à cette occasion. Notre problème est sectoriel, donc plus limité, et nos exigences sont aussi plus précises ; la reprise de l'approche générale de l'INSEE procure néanmoins un cadre d'analyse adapté aux questions posées ici.

Les équipements qui constituent en général physiquement le capital (fixe productif) peuvent faire l'objet de classifications. Il est toujours possible de fixer des délimitations pour ce qui est ou non un équipement et d'établir des nomenclatures. Celles de la comptabilité nationale retiennent et distinguent essentiellement les matériels et les bâtiments que les entreprises emploient à la production : c'est-à-dire les différentes machines et véhicules fabriqués par les industries mécaniques et électriques et les différentes installations et infrastructures construites par les industries du bâtiment et des travaux publics.

Les investissements d'infrastructures de transport qui nous intéressent ici peuvent donc être regroupés et dénombrés pour chacune de leurs catégories. Naturellement, de tels dénombrements ont des significations d'autant plus précises que les catégories distinguées sont nombreuses et relatives à des équipements de spécifications voisines, autrement dit qu'elles forment des composantes homogènes. L'homogénéité peut n'être qu'approchée : selon les besoins de l'étude à mener, on distinguera par exemple les autoroutes (à un certain nombre de voies), les voies express et les routes de différentes largeurs, ou l'on précisera les routes de montagne, de plaine etc.

Les infrastructures peuvent alors être étudiées séparément dans leurs différentes composantes homogènes, du moins s'il nous suffit de les caractériser dans leur ensemble par la juxtaposition de grandeurs attachées à leurs composantes, en d'autres termes par des grandeurs vectorielles dont les

coordonnées sont relatives à chaque composante. L'avantage est que les grandeurs caractéristiques de toutes les composantes homogènes peuvent être définies et mesurées simplement comme des dénombrements ou des comptages d'unités physiques. A vrai dire l'étude d'une composante apparaît ainsi très proche de celle de la population active, ou d'une de ses sous-populations. On propose donc une sorte de démographie des équipements (suivant leurs composantes homogènes) et c'est dans cette perspective qu'on se place pour faire apparaître différents aspects du capital investi en infrastructures de transport.

2.1. Capital brut et investissement

A une date donnée l'énumération de toutes les infrastructures existantes définit et mesure le stock (ou parc) d'infrastructures. Il s'agit en fait de **capital brut** (fixe productif). Cette notion correspond à l'acception courante de population active estimée par un nombre de personnes. Entre deux dates, le stock d'équipements connaît une variation qui résulte de deux flux de sens opposés : les entrées d'équipements nouveaux et les sorties d'équipements anciens. Les entrées constituent la "formation brute de capital fixe" (F.B.C.F.) ou investissements (bruts). Les sorties sont dites "déclassements", mais aussi "remplacement" ou "renouvellement". Dans le cas des deux derniers termes, on assimile les équipements nouveaux aux équipements anciens qu'ils remplacent et renouvellent. La méthodologie proposée pour l'évaluation du coût du capital partira donc des investissements en tenant compte de leur dépréciation.

2.2. L'investissement dans la comptabilité nationale

La formation brute de capital fixe (F.B.C.F.) représente la valeur des biens durables acquis par les unités productrices résidentes, afin d'être utilisés pendant au moins un an dans leur processus de production, ainsi que la valeur des biens et des services incorporés aux biens de capital fixe acquis, aux terrains et aux actifs incorporels. Toutefois, les biens durables acquis par les administrations militaires sont considérés comme une consommation intermédiaire des administrations publiques (à l'exception cependant des bâtiments destinés à loger les militaires de carrière).

La formation brute de capital fixe comprend :

- les biens durables neufs achetés sur le marché ou produits pour compte propre par les unités productrices, au cours de la période considérée, et destinés à être utilisés, pour une durée supérieure à un an dans le processus de production. Soit notamment :

. les biens immeubles de capital fixe : logements, bâtiments civils non résidentiels, autres ouvrages de génie civil ;

. les biens meubles de capital fixe : matériel de transport, machines et autres biens d'équipement...

- les biens et services achetés sur le marché ou produits pour compte propre et incorporés durant l'année aux biens existants de capital fixe afin de les améliorer, d'en accroître la durée de vie, la capacité de production ou le rendement, de procéder à leur réfection ;

- les biens et services incorporés aux terrains afin de les préparer à des utilisations productives...

- les acquisitions par les unités productrices résidentes autres que les administrations militaires de biens existants de capital fixe (biens d'occasion) destinés à être réemployés tels quels (ou bien après quelques réparations) nettes des cessions de tels biens...

- les frais liés au transfert de propriété de biens durables neufs, terrains, d'actifs incorporels, de bâtiments ou d'autres biens existants de capital fixe. Ils incluent la valeur des services produits par les intermédiaires, ainsi que les droits d'enregistrement et les impôts liés à leur acquisition, tels que la TVA immobilière et la TVA sur les terrains à bâtir. S'ils portent sur des biens neufs, ces frais sont compris dans la valeur des biens de capital fixe évalués aux prix d'acquisition. S'ils portent sur des biens existants, ces frais constituent la seule production de la période en cours et sont également considérés comme une formation brute de capital fixe.

Les dépenses d'entretien ou de réfection reprises en formation brute de capital fixe ne couvrent pas l'entretien courant des biens de capital fixe et des terrains. Ces opérations ont un caractère régulier et sont d'un

montant faible : elles sont traitées en consommations intermédiaires . En revanche, les dépenses visant à prolonger la durée de vie, améliorer le rendement ou la capacité de production d'un bien de capital sont considérées comme de la formation brute de capital fixe.

Les acquisitions de terrains et d'actifs incorporels ne font pas partie de la F.B.C.F. au sens de la comptabilité nationale. Elles apparaissent en emplois dans les comptes de capital des différents secteurs. En revanche, comme on l'a vu précédemment, les frais relatifs aux transactions sur terrains et actifs incorporels font partie de la F.B.C.F.

A noter également que la F.B.C.F. ne comprend pas les services de recherche scientifique, d'étude de marché, de publicité : les achats de ces services sont compris dans la consommation intermédiaire.

Les biens et services marchands qui entrent dans la F.B.C.F. sont évalués aux prix d'acquisition s'ils sont achetés ou aux prix départ-usine s'ils sont produits pour compte propre.

L'évaluation du capital à partir des séries de F.B.C.F. nécessite, outre la connaissance des durées de vie des biens de capital acquis, celle de la consommation de capital fixe.

2.3. La consommation de capital fixe dans la comptabilité nationale

La consommation de capital fixe représente la dépréciation subie au cours de la période considérée, par le capital fixe par suite d'usure normale et d'obsolescence prévisible, y compris une provision pour pertes de biens de capital fixe à la suite de dommages accidentels assurables.

La consommation de capital fixe ne peut être assimilée à une consommation intermédiaire ordinaire pour des raisons tant théoriques que pratiques. Aussi dans le système de comptes, la consommation de capital fixe n'apparaît pas comme un flux entre le compte de production et le compte de capital, mais est enregistrée en dessous de chaque solde comptable. Elle est soustraite à la valeur brute de celui-ci pour en dégager la valeur nette.

La consommation de capital fixe doit être calculée pour tous les biens de capital fixe reproductibles (biens faisant l'objet de la formation brute de capital fixe). Elle concerne donc la partie renouvelable des voies et réseaux, en particulier des routes, ponts.

En revanche, lorsque la formation brute de capital fixe a été incorporée à un actif non reproductible, en en changeant la nature, elle ne fait pas l'objet d'une consommation de capital fixe : il en est ainsi des infrastructures et des terrassements, autres que les ouvrages d'art proprement dits, dans le cas des voies et réseaux.

La consommation du capital fixe - qu'il convient de distinguer des amortissements fiscaux ou des amortissements retenus dans la comptabilité d'entreprise - est évaluée à partir des données sur la valeur du parc de biens de capital fixe et de la durée de vie économique probable des différentes catégories de ces biens. Dans l'évaluation du parc de biens de capital, il convient de ne pas s'en tenir au coût d'acquisition initial, mais de calculer cette valeur aux prix de remplacement.

La consommation de capital fixe est calculée selon la méthode de l'amortissement linéaire, c'est-à-dire en répartissant la valeur à amortir de manière égale sur toute la durée probable de l'utilisation d'un bien de capital, en tenant compte du risque de dégâts accidentels assurables pouvant survenir aux biens de capital fixe (incendie, accidents, etc.).

2.4. Durées de vie et mortalité

Il est essentiel de connaître les "durées de vie" des infrastructures, c'est-à-dire leurs durées d'utilisation (séparant leurs entrées de leurs sorties). On peut mesurer certaines de ces durées a posteriori en nombre d'années. Elles dépendent des propriétés de robustesse et de fiabilité des infrastructures et de leurs équipements, et des conditions d'exploitation et d'entretien qu'ils ont connues. Elles dépendent également du phénomène de l'obsolescence, car les équipements peuvent être déclassés en raison de la concurrence d'autres équipements qui sont économiquement plus rentables, en général parce qu'ils sont plus récents et techniquement plus efficaces (dans le domaine des infrastructures de transport, c'est le cas notamment des équipements électriques et électroniques).

Dans le cas général du capital industriel envisagé par J. Mairesse, pour des parcs d'équipements suffisamment nombreux dans des conditions d'emploi et d'obsolescence qui peuvent être qualifiées de normales, il est vraisemblable que les distributions statistiques de leurs durées d'utilisation sont assez régulières et stables. Ces distributions peuvent alors être regardées comme les "lois" de durée d'utilisation ou de vie des équipements, ou encore comme leurs lois de longévité ou de mortalité. Elles sont analogues aux lois de mortalité établies pour la population humaine, bien que ne présentant sans doute pas une invariance et une permanence comparables.

Si l'on peut établir, au moyen d'ajustements statistiques, ou au moins postuler la loi de mortalité pour un parc important d'équipements, il devient possible de prévoir les sorties en fonction des entrées. Pour un équipement donné, cette loi indique quelles sont les probabilités de ses différentes durées de vie, ce qui permet aux exploitants de fonder des analyses de rentabilité sur une durée de vie moyenne. Dans le cas des infrastructures, dont les durées de vie des différentes composantes peuvent être considérées comme connues approximativement, cette analyse peut se simplifier à l'extrême et on peut aller jusqu'à envisager une loi de mortalité sans dispersion où les durées de vie seraient égales et certaines. Les calculs de prévisions sont alors facilités, puisque si la durée de vie commune est de n années les sorties du parc d'équipement sont exactement les entrées intervenues n années auparavant ; les calculs de rentabilité d'un équipement sont également mieux assurés puisqu'il n'y a plus d'aléas liés à la durée de vie.

2.5. Capital net et capital amorti

Si l'on s'intéresse au seul capital brut, on ignore la composition par âge des parcs. Cet aspect devient très important quand on considère les services qu'ils sont destinés à fournir. Ceux-ci peuvent se ramener, en effet, dans des conditions normales d'emploi et d'obsolescence, au nombre d'années pendant lesquelles les équipements seront encore utilisés. La totalisation du nombre des années d'utilisation à venir des différents équipements définit et mesure ainsi le stock de leurs services productifs potentiels. On parle alors de **capital net**.

On peut également considérer le capital brut comme équivalent au

capital net correspondant à des équipements supposés neufs. Le capital brut se définit alors non seulement comme le stock des équipements mais aussi comme celui des services productifs que ces équipements pourraient rendre s'ils étaient neufs. Le capital brut peut être mesuré par le dénombrement des équipements mais également par totalisation de leur durée de vie. A une date donnée il se partage donc entre le stock des services potentiels correspondants aux années futures d'utilisation, c'est-à-dire le capital net, et le stock des services qui ont pu être fournis dans les années passées. Dans ce partage, pour un parc d'équipements donnés en l'absence d'entrées et de sorties, l'importance relative du capital net diminue nécessairement au cours du temps ; le capital brut s'amortit, et la différence entre le capital brut et le capital net, c'est-à-dire le stock des services employés, est le **capital amorti**.

Tout comme dans le cas du capital brut, les variations sur une période du capital net résultent de deux flux de sens opposé entrant et sortant. Les entrées sont celles des services potentiels des équipements nouveaux et correspondent donc aux investissements mesurés en termes d'années d'utilisation. Les sorties se comprennent quant à elles comme les services disponibles sur la période qui ont pu être utilisés dans des conditions normales et ne pourront plus l'être ensuite. Elles peuvent être regardées aussi comme les entrées dans le capital amorti. Sous ces deux aspects elles sont désignées du même terme d'**amortissements** (économiques). Symétriquement, les sorties du capital amorti ne sont autres que les services employés des équipements anciens déclassés, c'est-à-dire les renouvellements considérés en termes d'années d'utilisation. On peut donc se représenter les flux d'investissements donnant lieu à des flux d'amortissements au cours du temps, puis donnant lieu à des flux de renouvellement lorsqu'ils sont complètement amortis au terme de leurs durées d'utilisation.

2.6. Vieillesse et dépréciation

Tout comme les lois de mortalité permettent de prévoir les renouvellements des investissements, les lois d'amortissements ou de dépréciation permettent de calculer leurs amortissements et il est également important de les connaître. Si l'on mesure simplement les services productifs des équipements en nombre d'années d'utilisation, les lois de dépréciation se déduisent rigoureusement des lois de mortalité. Pour un investissement qui aurait par exemple une durée de vie certaine de n années, la règle serait

simplement celle d'un amortissement constant et égal au n ième de l'investissement ; c'est le cas de l'amortissement linéaire : la dépréciation se fait à un rythme constant.

Mais les services rendus par un équipement au cours du temps ne sont pas strictement indépendants de son vieillissement : appréciés en termes de la production qu'ils permettent, ils peuvent se modifier sensiblement. Les périodes d'entretien et d'éventuelles réparations sont plus fréquentes avec l'âge et entraînent une diminution des rendements. Inversement l'apprentissage sur des équipements complexes, ou bien encore les aménagements qui peuvent leur être apportés, viennent souvent augmenter les rendements.

Considérées ainsi, les lois de dépréciation ne résultent pas directement des lois de mortalité : elles doivent être choisies en sorte de traduire l'hétérogénéité des services produits par les infrastructures selon leur âge, ce qui renvoie aux questions de l'agrégation et de l'évaluation.

Mais avant d'aller plus loin dans ces questions, il convient de s'intéresser au problème des variations de prix et de définir comment seront réalisées les estimations des variations en volume sur longue période.

3. LE PROBLEME DES VARIATIONS DE PRIX

A partir de l'équation courante valeur = quantité x prix, on définit classiquement, pour des ensembles de biens, deux concepts synthétiques complémentaires : la variation d'un ensemble de prix, appelée plus simplement variation de prix, et le volume, dont la variation résulte de l'agrégation des variations des quantités physiques sur lesquelles ont porté les transactions retracées par les comptes. Dans les comptes "à prix constants", on maintient artificiellement les prix aux niveaux qu'ils avaient atteints au cours d'une période initiale et on mesure la variation de valeur due à la seule variation des quantités. Le "volume" est ainsi identifié à la valeur à prix constants.

Mais une autre notion est utilisée couramment : les comptes "réels" ou en pouvoir d'achat. Pour les élaborer, on choisit un indicateur global de prix se rapportant aussi étroitement que possible aux sommes concernées : un indice de prix à la consommation pour le revenu disponible des ménages ou un indice de prix de l'investissement pour la FBCF. Cet indice permet de déflater les sommes concernées pour les ramener en pouvoir d'achat de l'année de référence de l'indice. Les sommes déflatées sont interprétées comme les revenus ou les dépenses qu'on aurait mesurés si globalement les prix n'avaient pas changé entre la période de référence et l'année examinée, ou "si la valeur du franc n'avait pas changé". On parle alors de sommes en francs constants.

Quand on établit des séries à prix constants, il importe de choisir une "année de base", qui est le point de référence de tous les calculs. C'est sa structure de valeurs qui intervient directement dans l'élaboration des indices de volume agrégés. Comme la structure des valeurs se déforme progressivement au cours du temps, plus l'année observée est éloignée de l'année de base, plus la structure des pondérations utilisées dans les indices de volume est éloignée de la réalité étudiée. Un autre inconvénient se présente lorsqu'on veut composer les volumes d'une même opération (par exemple un type d'investissement) pour deux années distinctes de l'année de base : pour un produit élémentaire, comme les indices de volume sont des simples rapports de quantité, comparer les indices (par rapport à l'année de base) ou comparer directement les quantités revient au même ; en revanche, dès qu'on agrège, la comparaison de deux années par le rapport de leurs indices de volume ne donne pas le même résultat que l'établissement direct d'un indice de volume agrégé (de même

forme que les indices de départ) entre les deux années. On obtient une formule hybride où interviennent des grandeurs relatives à l'année de base.

Pour lever ce dernier inconvénient, et éviter que l'observation des évolutions à court terme soit gênée par la persistance de structures venant de l'année de base (surtout en période de fortes variations conjoncturelles des prix ou des volumes, mais aussi en présence de mutations technologiques), on convient d'adopter, chaque année, l'année précédente comme année de base des prix constants. On construit ainsi des séries (et plus généralement des comptes) "aux prix de l'année précédente", permettant d'observer les variations de court terme.

Pour mesurer les évolutions à moyen et long terme, on peut alors multiplier les indices successifs. Si, dans le cas d'un produit élémentaire, cette opération ne pose aucun problème, au niveau agrégé, on n'obtient pas ainsi un indice de même forme que chacun des indices multipliés. La formule qui résulte de ce calcul permet toutefois une assez bonne comparaison entre deux années non consécutives, puisqu'elle ne fait pas intervenir de grandeur extérieure à l'intervalle qui sépare les deux années à comparer. On appelle cette multiplication d'indices successifs un "indice chaîne", de Laspeyres ou de Paasche, selon la nature des indices ainsi enchaînés les uns aux autres. Les indices chaînes ont l'avantage de permettre des comparaisons aussi bien entre deux années consécutives qu'entre deux années éloignées. D'autre part, comme ils multiplient les indices d'une année sur l'autre, leur structure de pondération évolue en même temps que les valeurs observées. On peut rappeler qu'ils ont toutefois un inconvénient : ils ne permettent pas de construire des comptes à prix constants équilibrés. On montre en effet que si tous les comptes successifs aux prix de l'année précédente sont équilibrés et qu'on veut construire le compte de la dernière année au prix d'une année antérieure en "enchaînant" les indices tirés des comptes aux prix de l'année précédente, on n'obtient pas, en général, un compte à prix constants équilibré, ce qui est surtout gênant pour les analyses d'ensemble de la comptabilité nationale.

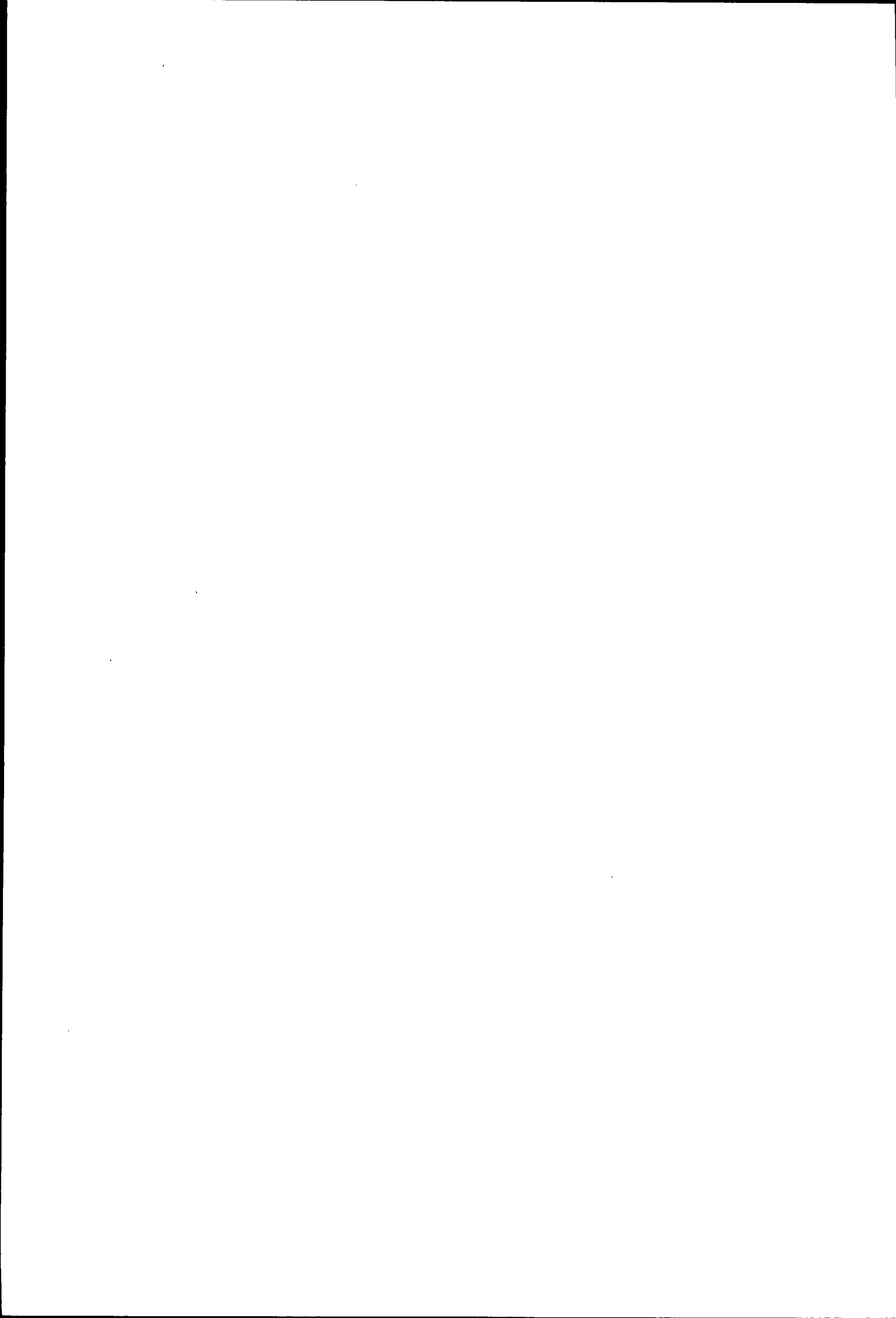
Ainsi, aucune des formules envisagées ne permet de satisfaire simultanément tous les besoins ; un indice de base fixe ne permet pas de comparer directement des années distinctes de l'année de base, cela d'autant plus que l'année de base est plus ancienne, tandis qu'un indice chaîne induit un déséquilibre dans les comptes à prix constants.

Mais au delà de ces considérations théoriques, on peut examiner, sur un exemple, l'ampleur des différences qui apparaissent entre les deux systèmes. Dans une étude publiée en 1987 (observations et diagnostics économiques n°20, juillet 1987), Françoise Charpin compare, entre autres agrégats, l'investissement des entreprises françaises entre 1970 et 1985.

Sur la période 1980-1985, elle constate une forte divergence entre les indications données par les deux systèmes de prix puisque, sur cette période cinq ans, l'investissement de l'ensemble des entreprises françaises a diminué en volume de 1,7% avec les prix de 1970 et de 8,9% avec un indice chaîne.

Ces rappels méthodologiques imposent clairement deux conclusions, quant aux choix à effectuer dans la présente étude où l'on s'intéresse à des séries longues d'agrégats comme les investissements en infrastructures des divers modes de transport :

- Pour pouvoir rattacher ce travail aux données de la comptabilité nationale, nous en reprendrons les conventions;
- Les estimations des évolutions en volume seront faites en utilisant systématiquement des indices chaînes.



4. LE PROBLEME DE LA DEPRECIATION : USURE TECHNIQUE ET OBSOLESCENCE TECHNOLOGIQUE

4.1. L'évaluation du capital

Avec les définitions et les mesures envisagées précédemment, les grandeurs caractéristiques du capital fixe productif s'expriment en autant de dimensions et d'unités qu'on peut distinguer de composantes homogènes parmi les équipements. Cette multiplicité peut être un obstacle si l'on souhaite comprendre ce capital dans des descriptions et des analyses macro-économiques qui se doivent d'être synthétiques et simples. Il faut alors l'étudier en faisant à différents degrés abstraction de sa composition physique et en le considérant même comme s'il était homogène.

En suivant les principes de la comptabilité nationale, les agrégats sont des valeurs et des volumes. L'équivalence entre éléments hétérogènes se fonde ainsi sur des prix, de préférence ceux attribués par le marché, et la mesure des grandeurs élémentaires est établie à l'aide d'une même unité de compte, celle de la monnaie qui sert aux échanges. Plutôt que d'estimation de capital fixe, on parle alors de son évaluation.

Les problèmes d'évaluation en valeur et en volume de la formation brute de capital fixe sont traités, pour l'économie dans son ensemble, par les comptes nationaux qui établissent d'abord des évaluations aux prix courants. Les difficultés qu'ils rencontrent à ce niveau sont surtout liées à la connaissance des prix effectifs auxquels se sont réalisées des transactions négociées. Ils procèdent ensuite aux évaluations à prix constants en dissociant les indices de valeur entre deux années, en indices de volumes et indices de prix. Les obstacles qu'ils affrontent alors sont aussi conceptuels, car les équipements changent très souvent au cours du temps et il faut pouvoir en tenir compte. Ces changements des équipements résultent de modifications de leurs spécifications, d'améliorations dans leurs performances ou même des progrès de productivité réalisés dans leur fabrication. Il faut même envisager l'apparition d'équipements de caractéristiques entièrement nouvelles.

Indépendamment des possibilités pratiques de mesure, il convient alors de distinguer plusieurs notions de volume de l'investissement qui conduisent à approfondir la signification de l'agrégation par les prix. De telles considérations ont une grande importance car, comme le souligne J. Mairesse, l'évaluation du capital brut et du renouvellement en valeur ou en volume pose fondamentalement, sans qu'il soit possible de les séparer, les problèmes d'évaluation de l'investissement en valeur et en volume.

L'évaluation du capital net et de l'amortissement soulève de surcroît les questions de dépréciation. Les difficultés sont en effet plus grandes car les équipements qui ne sont plus neufs ou supposés neufs ne sont pas l'objet de transactions assez nombreuses pour qu'il existe en général de véritables marchés d'occasion où leurs prix et leurs valeurs d'échange puissent être observés. Il faut donc inférer (ou supposer) quelle est la dépréciation avec l'âge du prix des équipements neufs. Diverses considérations peuvent alors intervenir, lesquelles exigent la distinction de plusieurs notions d'amortissements et donc de capital net et conduisent à approfondir la conception économique qu'il convient de choisir.

4.2. L'évaluation du volume d'investissement

Le capital brut et le renouvellement font par définition abstraction de l'âge des infrastructures : ils les supposent neufs. On ne peut toutefois se contenter de connaître le prix des investissements à l'année même de leur mise en service. En raison des mouvements de prix et surtout de l'érosion monétaire, les mêmes équipements acquis à des époques différentes seraient en effet comptés dans les grandeurs agrégées pour des valeurs susceptibles de varier dans des proportions considérables. Si les infrastructures restaient à peu près identiques dans le temps on pourrait sans ambiguïté les valoriser pareillement quel que soit leur âge, car il ne serait pas difficile en principe d'observer leurs prix pour l'année en cours, ou bien de savoir ce qu'ils étaient pour une même année dans le passé. Mais c'est loin d'être le cas, et il faut répondre à la question, déjà cruciale pour la mesure du volume de l'investissement, de savoir quel prix attribuer à un équipement qui s'est modifié ou même n'existe plus l'année de référence.

Deux conceptions théoriques extrêmes correspondant au double aspect du prix du marché comme indicateur de coût et d'utilité sont × envisageables. Elles ~~qui~~ ouvrent tout un éventail de possibilités intermédiaires.

Le volume des équipements (c'est-à-dire abstraction faite de leur âge, aussi bien celui de l'investissement, du renouvellement) et du capital brut peut être compris à un extrême comme le volume des facteurs de production qui ont été utilisés à leur production. De cette façon, l'évolution du volume des équipements ne tient pas compte des progrès de productivité des industries qui les fabriquent. A l'autre extrême on considère le volume des équipements comme le volume des services productifs que leur utilisation peut procurer. L'évolution du volume des équipements incorpore alors toutes les améliorations qui les rendent plus productifs pour les activités qui les emploient.

Ces deux conceptions sont opposées en ce sens que la première est tournée vers le passé et la seconde vers le futur; que dans le premier cas les volumes marquent en général une croissance très lente - voire une décroissance - tandis que dans le second ils connaissent un développement rapide.

Il est également intéressant de se rattacher à des modalités intermédiaires proches des pratiques habituelles. J. Mairesse dégage à cet égard deux autres conceptions : celle commune qui correspond aux usages les plus courants, et celle élaborée du coût de reproduction vers laquelle tend la comptabilité nationale.

La première conception consiste à assimiler les équipements à l'intérieur de nomenclatures usuelles plus ou moins détaillées, même si leurs caractéristiques varient notablement : volumes et prix correspondent donc simplement aux quantités et aux prix apparents.

La seconde conception apporte à la première des corrections pour tenir compte des changements de qualité des équipements qui entraînent des coûts supplémentaires et se traduisent souvent par des augmentations de prix. On considère en effet qu'il aurait été possible en l'absence de ces changements de qualité de fabriquer au même coût de plus grandes quantités d'équipements et de moins augmenter leurs prix ou même de les diminuer. Les volumes et les prix sont alors définis en fonction des quantités et des prix qui auraient été ainsi modifiés.

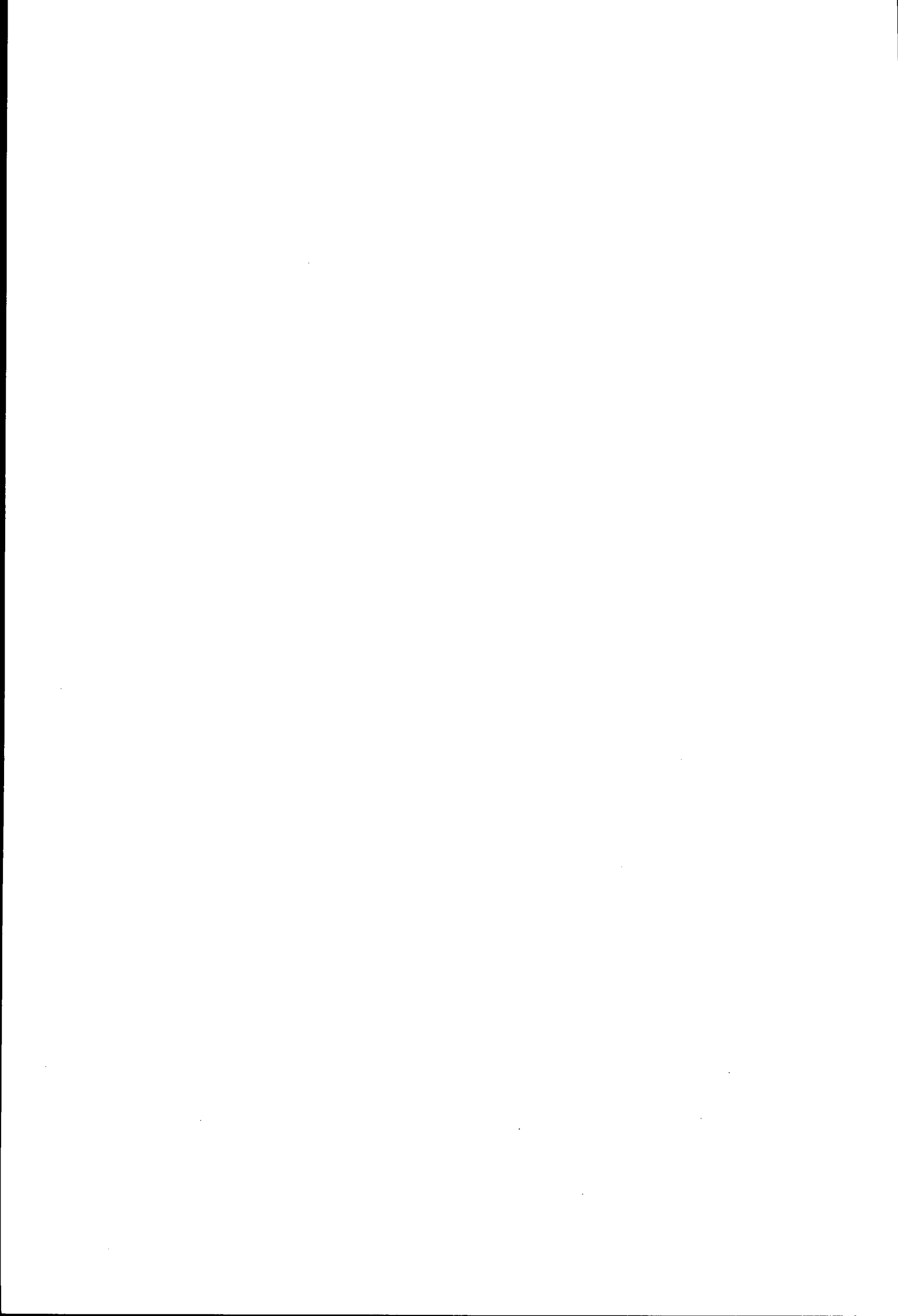
On se rapproche de cette façon de la conception théorique du volume des services productifs. On ignore toutefois que des améliorations de faible coût peuvent augmenter beaucoup l'efficacité des équipements.

4.3. L'évaluation de l'amortissement

Le capital net et l'amortissement tels qu'ils ont été présentés en termes de services productifs font surtout référence à la conception du volume des équipements comme volume de leurs services. On les a interprétés, dans une optique de prévision, comme indiquant l'importance et l'échelonnement dans les périodes à venir des services potentiels des équipements. Mais il est également possible de les comprendre dans l'optique opposée de la constatation d'un coût des équipements et de sa répartition sur leurs durées d'utilisation. On conserve ainsi tout leur intérêt et leur signification aux différentes conceptions envisagées du volume. Mais on fait apparaître un aspect nouveau, celui du rythme auquel s'amortit un volume d'investissement et donc un volume de capital brut. Des raisons de plusieurs ordres peuvent justifier de rythmes très différents.

De façon générale, l'appréciation des services productifs d'un équipement résulte d'un calcul de rentabilité qui porte sur toute sa durée de vie. Un tel calcul doit tenir compte du coût d'acquisition de l'équipement, de sa capacité de production et de toutes les dépenses qui sont directement liées à son exploitation. Il suppose également le choix d'un taux d'actualisation qui indique l'équivalence économique établie entre revenu actuel et revenu futur. Les résultats restent toutefois synthétiques et n'impliquent pas une seule façon d'affecter rationnellement aux différentes années les bénéfices attendus ou encore de leur imputer le coût de l'équipement. D'autres considérations financières ou bien comptables doivent intervenir. Elles apparentent alors la détermination de l'amortissement d'un investissement à celui du remboursement d'un emprunt. Pour que les charges totales d'emprunt soient constantes sur la période du prêt alors que la part des charges d'intérêt diminue, le débiteur peut préférer un remboursement dont le montant croît sur la période ; au contraire pour mieux se prémunir contre le risque de non recouvrement, le créancier peut préférer un remboursement plus important les premières années. Il y a de même des arguments en faveur d'un amortissement progressif et inversement dégressif ; l'amortissement linéaire peut ainsi apparaître comme un choix moyen.

Il convient donc de bien distinguer l'amortissement économique, qui doit caractériser au mieux la notion d'utilisation du capital fixe pendant une période et fait abstraction de nombreuses exigences financières comptables ou fiscales ~~et d'autres conceptions telles que l'amortissement fiscal~~. On se place ici du seul point de vue de l'amortissement économique.



5. LE CHOIX DES LOIS DE MORTALITE ET DE DEPRECIATION

5.1. Des distributions de durées de vie log-normales

Dans un but de simplification des calculs ultérieurs, on a recherché des classifications des types d'investissements permettant d'y construire des lois statistiques ne présentant qu'un seul mode. On peut, pour fixer les idées, imaginer par exemple la séparation entre le bâtiment et les travaux publics d'une part (le "béton") et les matériels électriques, électroniques ou mécaniques d'autre part (les "équipements").

Supposons cette séparation faite dans un premier temps et, au sein d'une nomenclature de ce type, cherchons une forme de distribution des durées de vie commode à manipuler qui représentera avec suffisamment de vraisemblance la distribution réelle, telle qu'on peut s'en faire une idée à partir des informations actuellement disponibles auprès des gestionnaires d'infrastructures.

On sait que les distributions log-normales sont bien adaptées à ce type de problème : elles s'ajustent souvent aux distributions empiriques du type de celles qui sont envisagées ici, et elles sont décrites à l'aide de deux paramètres faciles à interpréter, liés à la moyenne et à l'écart type de la distribution.

En outre on peut considérer que les infrastructures ou les parties d'infrastructures envisagées appartiennent à un nombre élevé de catégories distinctes et qu'au sein de chacune de ces catégories elles ont une durée de vie approximativement constante. Face à l'impossibilité d'étudier toutes ces catégories séparément et indépendamment les unes des autres, on peut admettre qu'elles sont réparties, selon leurs durées de vie, suivant une loi présentant un seul mode et d'aspect sensiblement log-normal. Les infrastructures (ou parties d'infrastructures) c'est à dire, par exemple, les tunnels des réseaux de métro, les routes de tel ou tel type, les couches de roulement du revêtement de tel type d'autoroute ou encore la signalisation électronique de tel type de voie de trains à grande vitesse... peuvent alors être considérées comme faisant partie

d'ensembles homogènes, à durée de vie connue et qu'il est donc possible d'amortir au moyen de lois de dépréciation particulièrement simples : on peut en effet faire l'hypothèse d'une dépréciation constante, sous réserve que les ensembles traités soient constitués d'un assez grand nombre d'infrastructures du même type.

5.2. Quelques propriétés utiles des distributions log-normales

Dans ces conditions, l'amortissement découlant de dépréciations constantes étant bien évidemment "linéaire", on est conduit à des formules de calcul à la fois simples et faciles à interpréter.

On sait qu'une variable aléatoire V suit une loi log-normale de paramètres (m, σ) si le logarithme (népérien) de V suit la loi normale de moyenne m et d'écart type σ . En d'autres termes, si U désigne une variable normale centrée réduite, V est de la forme :

$$V = \exp(m + \sigma U)$$

Une variable aléatoire log-normale a ainsi une fonction de densité $f(t)$ définie par:

$$f(t) = 0 \text{ pour } t \leq 0$$

$$f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\text{Log}t - m}{\sigma}\right)^2\right] \text{ pour } t \geq 0$$

en désignant par le symbole Log le logarithme népérien

La fonction f est uni-modale et son mode est égal à $\exp(m - \sigma^2)$, comme on le voit facilement.

Les moments d'ordre r de V (par rapport à 0) valent:

$$E(V^r) = E[\exp r(m + \sigma u)] \text{ soit :}$$

$$E[V^r] = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2} + rm + r\sigma u\right) du \text{ c'est à dire :}$$

$$E(V^r) = \exp\left(rm + \frac{r^2 \sigma^2}{2}\right) \int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left[-\frac{(u - r\sigma)^2}{2}\right] \frac{d(u - r\sigma)}{\sqrt{2\pi}} \text{ ou enfin :}$$

$$E(V^r) = \exp\left(rm + \frac{r^2\sigma^2}{2}\right)$$

On déduit immédiatement de ce qui précède que, pour $r=1$ et $r=2$:

$$E[V] = e^{m+\sigma^2/2} \quad \text{et} \quad E[V^2] = e^{2m+\sigma^2}$$

La moyenne (espérance) et l'écart type de V valent donc:

$$E[V] = e^{m+\sigma^2/2} \quad \text{et} \quad \sigma[V] = \sqrt{1 - e^{-\sigma^2}} \cdot e^{m+\sigma^2/2}$$

La médiane de la variable aléatoire V est, par définition, la valeur t_0 de t telle que les segments $[0, t_0]$ et $[t_0, +\infty[$ portent chacun la moitié de la densité totale.

Elle vaut:

$$t_0 = e^m$$

En d'autres termes, si l'on considère que la durée de vie de certaines infrastructures suit une loi log-normale de paramètres (m, σ) , la moitié de ces infrastructures aura une durée de vie inférieure à e^m et l'autre moitié aura une durée de vie supérieure à e^m .

La durée de vie moyenne valant, quant à elle, $\bar{t} = e^{m+\sigma^2/2}$ comme on l'a vu précédemment.

On peut également introduire deux valeurs intéressantes, soit t_m et t_M , qui sont telles que 95% environ des infrastructures ont une durée de vie comprise entre t_m et t_M .

D'après les propriétés numériques connues de la loi normale, 95% de la densité d'une loi normale de moyenne m et d'écart type s sont portés par le segment $[m-2\sigma, m+2\sigma]$, les segments extrêmes $]-\infty, m-2\sigma[$ et $]m+2\sigma, +\infty[$ ne portent chacun qu'environ 2,5% de la densité.

En transportant cette propriété par la fonction exponentielle, il vient:

$$t_m = e^{m-2\sigma}$$

$$t_M = e^{m+2\sigma}$$

5.3. Une méthode graphique

A partir des remarques précédentes, pour déterminer les coefficients des distributions log-normales à utiliser pratiquement, J. Mairesse propose une construction graphique particulièrement élégante qui mérite d'être rappelée.

Posons :

$$x = \text{Log} t_M = m + 2\sigma$$

$$y = \text{Log} t_m = m - 2\sigma$$

en désignant toujours par le symbole Log le logarithme népérien.

Il vient:

$$m = \frac{x+y}{2}$$

$$\sigma = \frac{x-y}{2}$$

Avec ces notations, la durée de vie moyenne \bar{T} a pour logarithme:

$$\text{Log} \bar{T} = m + \frac{\sigma^2}{2} = \frac{x+y}{2} + \frac{1(x-y)^2}{4}$$

soit :
$$\text{Log} \bar{T} = \frac{Y}{\sqrt{2}} + \frac{X^2}{16}$$
 si l'on pose : $X = \frac{x-y}{2}$ et $Y = \frac{x+y}{2}$,

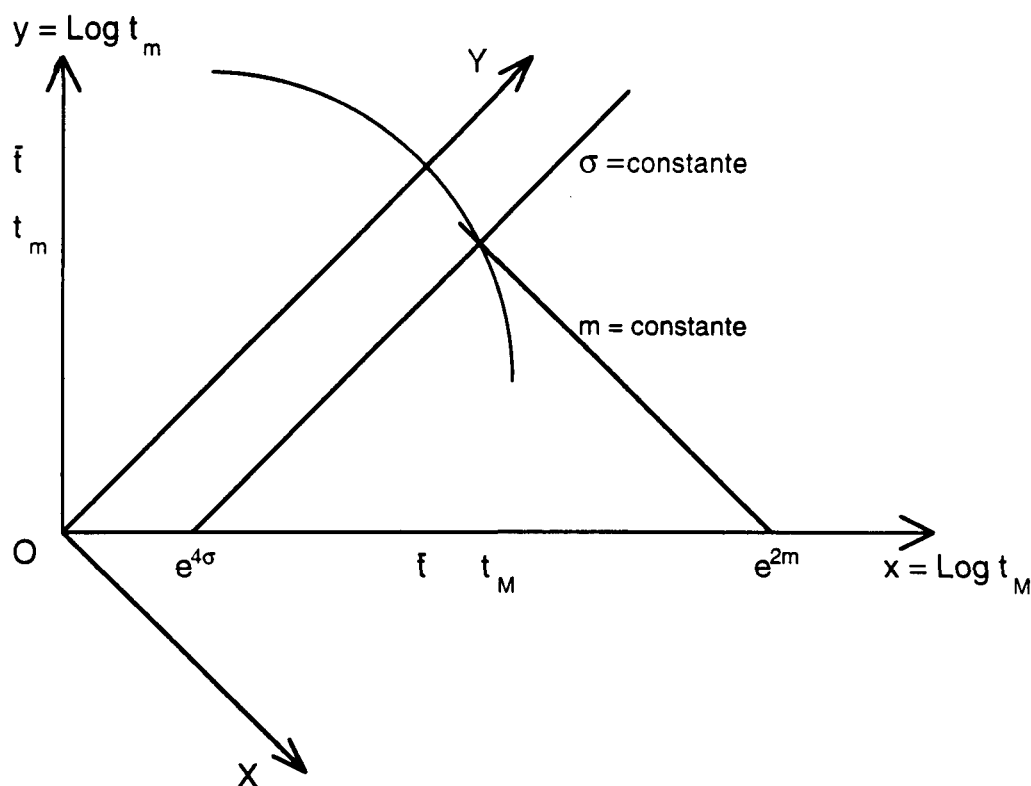
ce qui effectue un changement d'axes de coordonnées (Ox, Oy) a (OX, OY) qui revient à une rotation de $-\pi/4$.

Dans les axes (OX, OY) , il apparaît que l'équation :

$$Y = \frac{-\sqrt{2}}{16} X^2 + \sqrt{2} \text{Log} \bar{T}$$

est celle d'une famille de paraboles géométriquement identiques les unes aux autres (de paramètre $4\sqrt{2}$), ayant l'axe OY comme axe de symétrie et tournant leur concavité vers l'origine O . Le sommet des paraboles de cette famille a pour coordonnées $(0, \sqrt{2} \text{Log} \bar{T})$ dans les axes (OX, OY) , soit $(\text{Log} \bar{T}, \text{Log} \bar{T})$ dans les axes (Ox, Oy) .

On remarque également que les droites respectivement parallèles aux axes OY et OX sont telles que s et m y sont respectivement constants. Cela conduit au graphique suivant, en coordonnées logarithmiques:



On déduit facilement de ces remarques une démarche graphique permettant de visualiser directement les paramètres m et s , d'où la durée de vie moyenne \bar{t} , pour des valeurs vraisemblables *a priori* de t_m et t_M , ainsi que la démarche inverse, permettant d'obtenir t_m et t_M à partir de m et s .

5.4. Une méthode plus moderne et des calculs plus précis

Vingt ans après les travaux auxquels on vient de faire référence, les progrès de la micro-informatique et notamment des tableurs, permettent d'envisager le calcul direct de ces formules et la réalisation quasi-immédiate de tableaux en rassemblant les résultats.

Moyenne et écart-type en fonction de t_m et t_M (1)

t_m	2	2	4	5	5	10	10	20	15	20
t_M	20	30	40	50	80	80	100	150	200	250
t moyen	7	10	15	19	25	32	37	62	68	86
écart-type	0,58	0,68	0,58	0,58	0,69	0,52	0,58	0,50	0,65	0,63

tm et tM en fonction de la moyenne et de l'écart-type (1)

t moyen	7	10	15	20	30	35	50	70	80	100
écart-type	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
tm	2	3	5	6	10	11	16	23	26	32
tM	17	24	36	48	72	84	120	168	192	240

t moyen	7	10	15	20	30	35	50	70	80	100
écart-type	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
tm	2	3	4	5	8	9	13	18	20	25
tM	19	28	42	55	83	97	139	194	222	277

t moyen	7	10	15	20	30	35	50	70	80	100
écart-type	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
tm	1	2	3	4	6	7	10	14	15	19
tM	22	32	48	63	95	111	159	222	254	317

La détermination des deux types de séries dont on a besoin, le capital brut et le capital net, nécessite non seulement la définition de la loi de mortalité - qui sert à définir et à calculer le capital brut - mais aussi d'une loi de dépréciation permettant d'évaluer les amortissements - à partir desquels on définit et calcule le capital net -.

Il convient donc de définir les deux lois ainsi que la manière de les utiliser dans les applications numériques qui sont la raison d'être de l'ensemble de ce travail.

1

5.5. Les lois de mortalité et de dépréciation

La loi de mortalité retenue est conforme à l'hypothèse selon laquelle la distribution des durées de vie à l'intérieur de chacun des parcs d'infrastructures qui seront considérés suit une loi de probabilité log-normale.

Cette hypothèse repose en fait sur l'interprétation rappelée au paragraphe 1 ci-dessus, de parcs hétérogènes et constitués d'infrastructures ou de parties d'infrastructures nombreuses, appartenant à des catégories distinctes au sein desquelles elles ont une durée de vie connue.

(1) L'écart-type dont il est question ici est naturellement celui de la loi normale associée à la distribution f.

En partant de cette interprétation, on peut envisager une loi de dépréciation régulière : chaque investissement I donne lieu, pendant les n années de sa durée de vie, à un amortissement constant égal à I/n. On retrouve ainsi une formule d'amortissement linéaire.

A partir de la formulation de la fonction de densité f explicitée au paragraphe 2 ci-dessus, on peut alors calculer la fonction de dépréciation g qui lui est associée et qui résulte du choix d'une formule "linéaire" d'amortissement.

Il vient clairement :

$$g(t) = \int_1^{+\infty} \frac{1}{x} f(x) dx$$

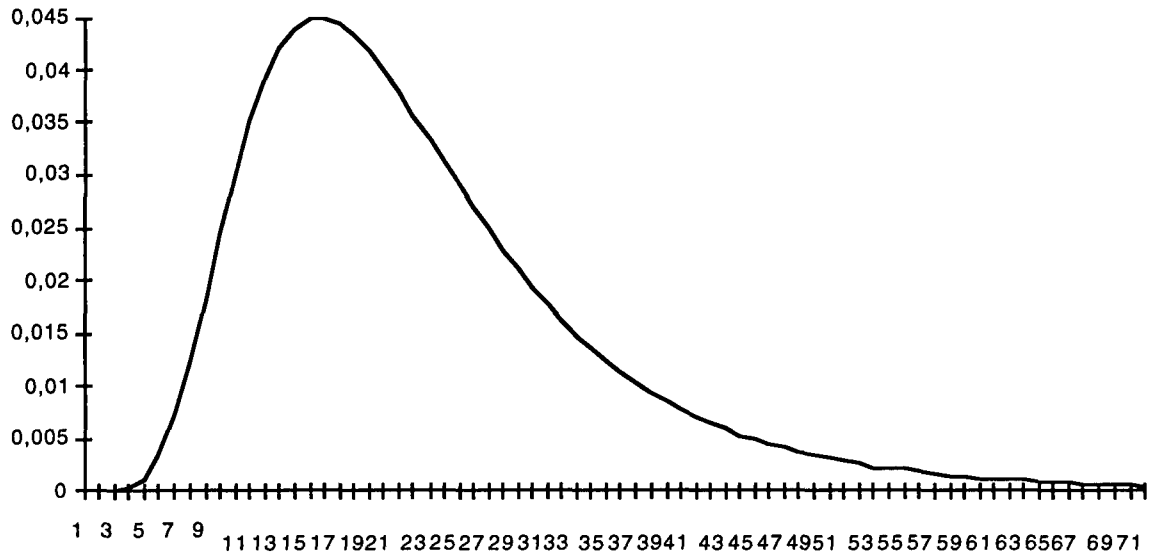
c'est à dire :

$$g(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_1^{+\infty} \frac{1}{x^2} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\text{Log}x - m}{\sigma}\right)^2\right] dx$$

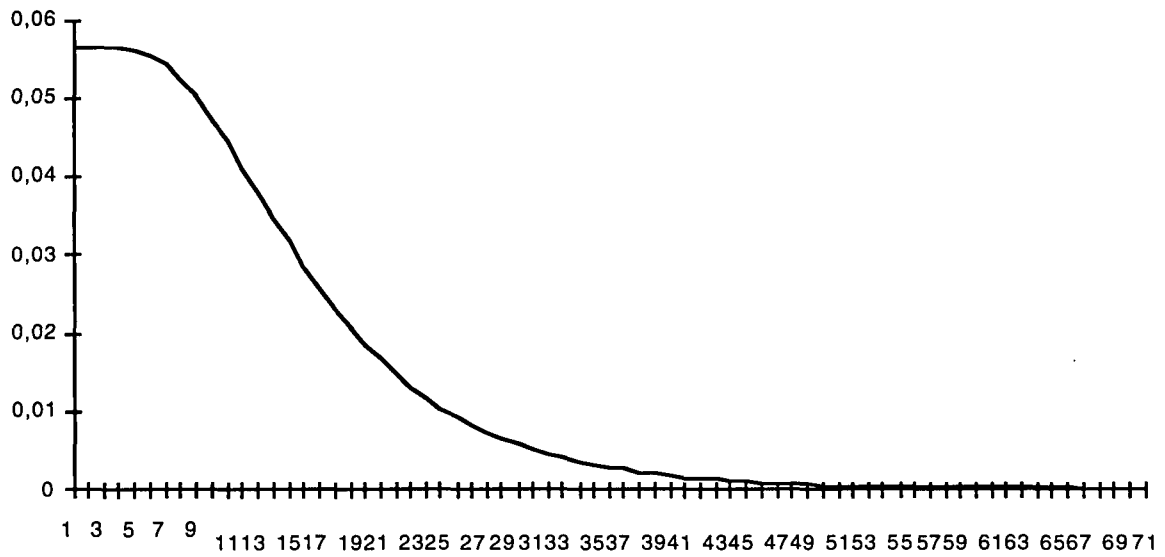
Les deux fonctions f et g peuvent être aisément traitées par un tableur-grapheur.

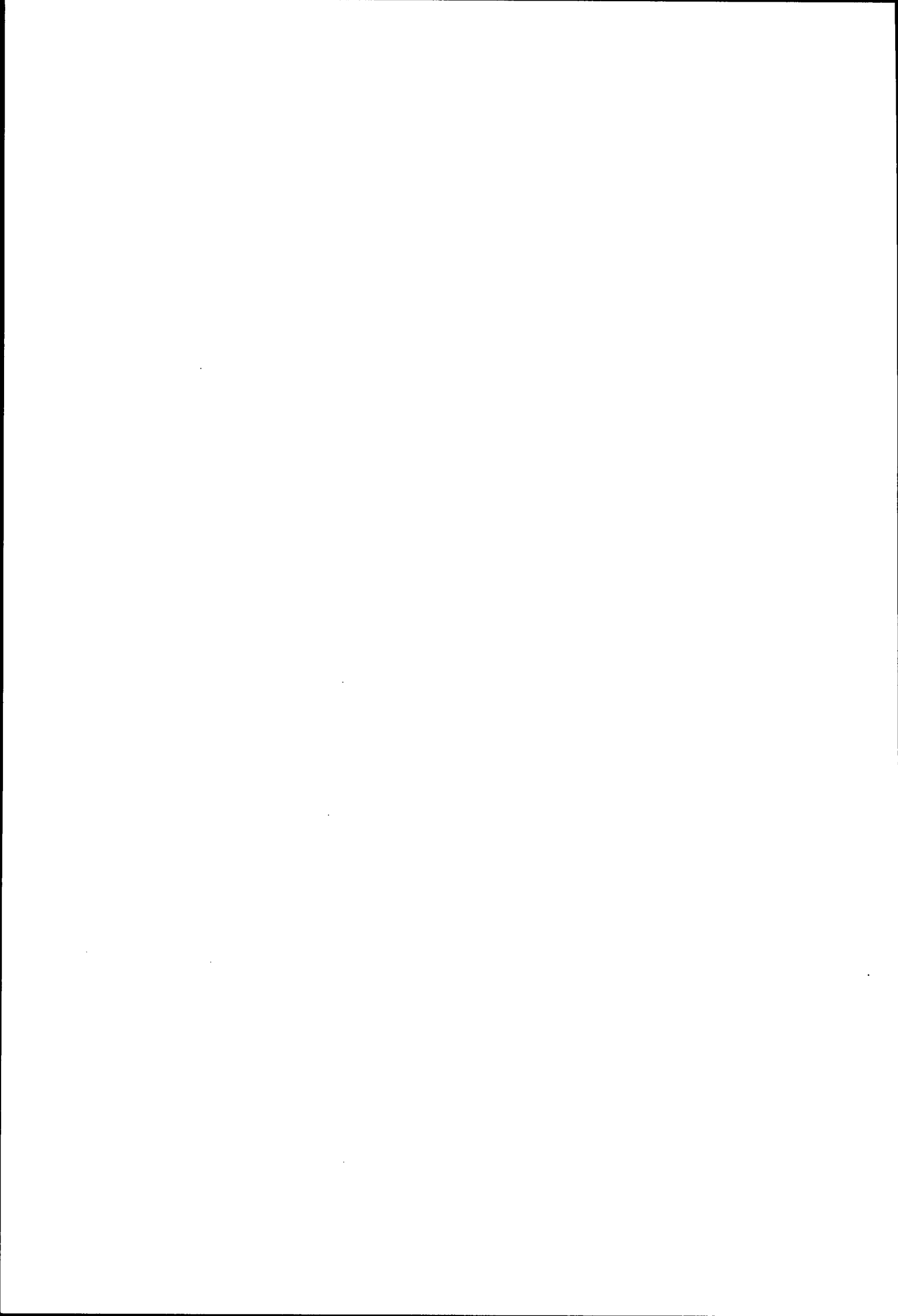
L'allure des graphiques de ces fonctions est la suivante, pour le choix $m = 3$ et $\sigma = 0,5$ des paramètres (ce qui conduit à une durée de vie médiane de 20 ans et à une durée de vie moyenne de 23 ans environ).

Allure de la fonction f



Allure de la fonction g





6. L'ELABORATION DES SERIES DE CAPITAL

6.1. Les formules générales

Les expressions des fonctions f et g traduisant les lois statistiques de mortalité et de dépréciation définies au chapitre précédent étant connues, on peut en déduire les formules générales de calcul des séries cherchées de capital brut et de capital net.

Considérons un parc particulier répondant aux conditions précisées précédemment et pour lequel les paramètres m et s permettant d'écrire les fonctions f et g sont connus.

Pour une valeur x de la variable, $f(x)$ et $g(x)$ désignent respectivement, par définition, la proportion en valeur des déclassements et de la dépréciation à l'âge x des investissements du parc.

A une époque t , l'investissement $I(t-x)dx$ réalisé pendant la durée dx (une année par exemple), x années auparavant et qui a ainsi un âge x , engendre des déclassements ou sorties du parc pour une valeur : $I(t-x)f(x)dx$ et des amortissements pour une valeur $I(t-x)g(x)dx$.

A partir de ces formalisations, on calcule aisément les sorties brutes (le flux des déclassements) d'une année donnée t , en sommant les sorties sur tous les âges x compris entre 0 et t , ce qui conduit à l'intégrale :

$$\text{sorties brutes de l'année } t = \int_0^t I(t-x)f(x)dx$$

On en déduit immédiatement le capital brut à l'année t , qui est par définition :

$$\text{Capital brut de l'année } t = \int_0^t I(t-x) \left[1 - \int_0^x f(u)du \right] dx$$

On calcule, de la même façon, le flux des amortissements de l'année t en sommant les amortissements engendrés par les investissements d'âges x compris entre 0 et t , ce qui conduit à :

$$\text{Amortissements de l'année } t = \int_0^t I(t-x)g(x)dx$$

On en déduit le capital net à l'année t qui est, par définition :

$$\text{Capital net de l'année } t = \int_0^t I(t-x) \left[1 - \int_0^x g(u)du \right] dx$$

En partant de ces formules générales, il convient, pour procéder au calcul effectif des séries de capital, tout d'abord de définir les différents parcs d'investissements à prendre en compte et de déterminer les paramètres de moyenne et de dispersion qui traduisent le mieux leurs caractéristiques de durée de vie et ensuite de déterminer précisément les valeurs des fonctions f et g ainsi que de leurs intégrales qui interviennent dans les calculs.

Il sera alors possible de traiter les séries d'investissements I recueillies et d'en tirer les séries de capital recherchées.

6.2. Les modalités pratiques de calcul

Les formules générales établies au paragraphe 6.1. ci-dessus s'interprètent aisément dans le temps «discret» des calculs à réaliser. On obtient ainsi, les formules à sommations discrètes suivantes :

$$\text{sorties brutes de l'année } n : SB(n) = \sum_{p=0}^n I(n-p)f(p)$$

$$\text{capital brut de l'année } n : CB(n) = \sum_{p=0}^n I(n-p) \left[1 - \sum_{q=0}^p f(q) \right]$$

$$\text{amortissements de l'année } n : A(n) = \sum_{p=0}^n I(n-p)g(p)$$

$$\text{capital net de l'année } n : CN(n) = \sum_{p=0}^n I(n-p) \left[1 - \sum_{q=0}^p g(q) \right]$$

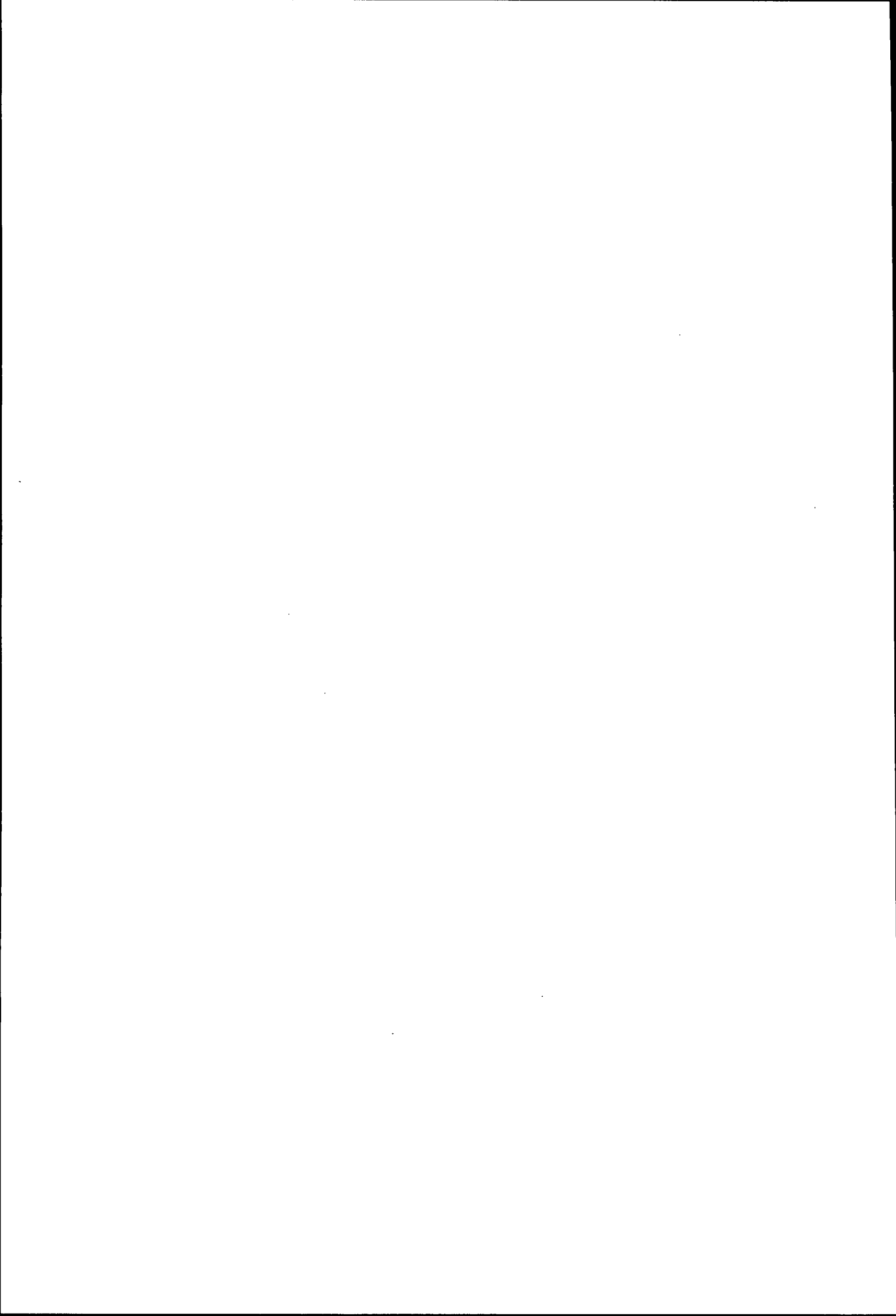
En introduisant les fonctions F et G égales respectivement aux termes entre crochets dans les expressions ci-dessus, soit :

$$F(p) = 1 - \sum_{q=0}^p f(q) \quad \text{et} \quad G(p) = 1 - \sum_{q=0}^p g(q)$$

Il vient, pour calculer le capital brut et le capital net d'une année donnée n les formules suivantes, faciles à mettre en oeuvre sur un tableur :

$$CB(n) = \sum_{p=0}^n I(n-p)F(p)$$

$$CN(n) = \sum_{p=0}^n I(n-p)G(p)$$



7. LES DONNEES RECUEILLIES ET LES PREMIERS RESULTATS

7.1. Le cas du réseau routier national.

7.1.1. Les séries d'investissement.

De nombreuses difficultés se sont présentées pour reconstituer des séries historiques homogènes concernant les investissements dans le domaine des routes :

-absence officielle tant au Ministère de l'Equipement qu'au Ministère des Finances de séries homogènes au delà de 1970 permettant de disposer des dépenses nettes (crédits de paiement consommés correspondant aux investissements effectivement payés) par type de routes (autoroutes, routes rase campagne et voiries urbaine). En fait, l'archivage officiel du MEF(Direction de la comptabilité publique) au niveau de l'article budgétaire nécessaire pour obtenir cette nomenclature routière n'a été mis en place que depuis 1980. Avant les dépenses nettes n'étaient saisies et archivées qu'au niveau du chapitre, ce qui est trop global pour la typologie routière. Le MELT (DAG et contrôle financier) avait en fait archivé les dépenses nettes au niveau de l'article d'exécution mais ces séries historiques ont disparues dans le déménagement des services du site de Passy à la Défense. La Direction des Routes quant à elle ne dispose de séries homogènes que depuis 1972, date correspondant en fait à l'affectation d'un agent permanent chargé de la préparation et du suivi budgétaire, dans le cadre de l'opération RCB (rationalisation des choix budgétaires). Une autre source est celle des budgets de programme qui avaient été initialisés justement en 1971 au MELT pour connaître le coût réel des programmes, toutes sources de financement confondues, mais la mise en oeuvre de cette opération s'est étiolée à partir des années 1980, de sorte que les séries disponibles en dépenses nettes ne le sont que sur la période 1970-1980.

- les nomenclatures budgétaires ont changé ce qui complique le suivi des dépenses et introduit même des confusions dans la mesure où certains chapitres ont été affectés à d'autres type de dépenses.

-la typologie des voiries urbaines s'est complexifiée (apparition des villes nouvelles, participation aux voiries des grands ensembles en complément de la voirie traditionnelle en milieu urbain)

-des interventions de l'Etat ont disparu progressivement (reconstruction des ponts détruits pendant la guerre 39-45, travaux dans les localités sinistrées, suppression des passages à niveau.....).

-les dépenses en investissements contenaient avant 1973, des dépenses de personnel non titulaire (ouvriers d'entretien essentiellement qui officiellement n'existaient pas dans les effectifs du Ministère). Ces dépenses ont été transférées dans les chapitres de la D.P. entre 1973 et 1977.

-les collectivités locales participent au financement du réseau national par des fonds de concours qu'il convient de retracer.

-des concessions pour la construction et la gestion de certaines autoroutes ont été instituées depuis 1966. L'Etat continuant à financer les autoroutes de liaison.

*de légal
& avances
pr. antérieurs de l'Etat*

-le réseau routier national a bénéficié de financements provenant d'autres Ministères comme les crédits du FIAT gérés par la DATAR ou le FDES. D'autres comptes spéciaux du Trésor alimentés par de la parafiscalité pétrolière ont constitué pendant longtemps la principale ressource des investissements routiers (le FSIR de 1952 à 1982 et le FSGT de 1982 à 1988).

Finalement des séries ont pu être reconstitués pour les années 1952 à 1969 en s'appuyant sur les comptes rendus annuels des investissements réalisés par la Direction des Routes parus dans la Revue des routes et autoroutes, ainsi que sur certains recoupements provenant des lois de règlement pour les crédits du FSIR.

Les séries disponibles sont les suivantes :

-série 1 : dépenses nettes en développement d'infrastructures routières:

-années : 1952 -1991 : ensemble des routes, autoroutes et voirie urbaine

-années : 1952 -1991 : autoroutes (sauf pour les années 1968 et 1969 où il n'existe pas de données)

-années : 1952 -1991 : routes et voiries urbaines.

-série 2 : dépenses nettes en développement d'infrastructures + dépenses de renforcements coordonnés des chaussées + renforcement des ouvrages d'art (ces dépenses sont en fait assimilables à de la FBCF) disponibles pour les années 1971-1991.

une série 3 évaluant les dépenses en développement d'infrastructures d'après les sources des budgets de programme est disponible mais celle ci retrace les dépenses nettes de 1970 à 1979 et les crédits disponibles (crédits initiaux + modifications) de 1980 à 1991.

En pratique, seule la série 1 a été utilisée dans la suite des évaluations. L'ensemble des informations disponibles sur la constitution de ces séries est présentée en annexe.

7.1.2. l'évaluation du coût du capital des infrastructures.

7.1.2.1. le cas des autoroutes.

-(i) évaluation des durées de vie des parcs d'infrastructures retenus :

Il s'agit de déterminer en fonction des différentes catégories composant la structure technique des autoroutes et de leur durée de vie possible, quelles seront les classes de parc à retenir pour l'utilisation des fonctions F(p) et G(p) permettant d'évaluer le capital brut et net (cf. chapitre 6.3.).

Les données actuellement disponibles pour les types de travaux par localisation d'autoroute sont les suivantes (source CETE Nord Picardie: étude sur 50% du réseau en service entre 1971 et 1990) :

	plaine		vallon		montagne	
terrassst	27%	34,2%	27%	33,7%	19%	23,7%
assainisst	6%	7,6%	6%	7,5%	6%	7,5%
chaussées	23%	29,1%	21%	26,2%	9%	11,2%
O.A	13%	16,5%	16%	20%	36%	45%
(ouvrages d'art)	5%	6,3%	5%	6,3%	5%	6,3%
équipts, sécurité	5%	6,3%	5%	6,3%	5%	6,3%
installations annexes						
total	79%	100%	80%	100%	80%	100%

*A qui comparer les 2 chiffres ?
1^{er} chiffre = terrain in des
2^e chiffre = seuls
terrain ?*

D'autres éléments ne rentrant pas dans le calcul du capital constituent les 20% non considérés dans la structure de coûts (acquisition de terrains, études,..).

Par ailleurs, la structure des coûts au km est la suivante et la structure du réseau étudié statistiquement :

plaine : 25 MF	60%
vallonné : 29 MF	33%
montagne : 85 MF	7%

La structure moyenne de coûts sera donc de :

plaine :	49%
vallonné :	31%
montagne :	19,5%

La structure moyenne des autoroutes par type de travaux est la suivante :

terrassements :	32%
assainissements:	7,5%
chaussées :	24,6%
ouvrages d'art :	23,3%
équipements, sécurité :	6,3%
installations annexes :	6,3%

En considérant ces données on pourrait penser créer des catégories assez fines pour exploiter les informations précises fournies sur les durées de vie. Deux raisons s'y opposent cependant : d'une part la nécessité d'une hétérogénéité suffisante à l'intérieur de chaque parc d'infrastructures et d'autre part la qualité plus que médiocre des informations portant sur les années antérieures à 1970.

A l'inverse, on ne peut se contenter d'un parc unique, pour lequel la distribution empirique des durées de vie ne serait pas uni-modale, ce qui serait en contradiction avec l'hypothèse nécessaire à la modélisation adoptée, à l'aide d'une fonction log-normale.

Finalement, on a choisi de se limiter à deux classes de parc qui sont à considérer en fonction des durées de vie :

parc 1 : structures à durée de vie longue (structures de base et ouvrages d'art).En fait deux hypothèses de durée de vie sont à considérer :

- terrassements : en fait infinie, en pratique nous avons deux hypothèses : H1 = 500 ans; H2 = 100 ans
- assainissements : H1 = H2 = 50 ans
- O.A. : H1= 100 ans; H2 = 50 ans
- installations annexes : H1=H2 = 50 ans

soit une durée de vie moyenne :

$$H1 = 275 \text{ ans}$$

$$H2 = 71 \text{ ans}$$

pour 69 % des investissements autoroutiers

-parc 2 : structures à durée de vie courte (structures de roulement et équipements) : une seule hypothèse de durée de vie :

- chaussée: couches profondes (50% des investissements chaussées en première approximation) : 25 ans
- chaussée : couches de roulement : 10 ans
- équipements, sécurité : 25 ans

soit une durée de vie moyenne de 19 ans pour 31 % des investissements autoroutiers.

-(ii) détermination des paramètres des lois de mortalité retenues:

69 % des investissements ont une durée de vie représentée par une variable aléatoire suivant une loi log-normale de moyenne 275 ans (H1) ou 71 ans (H2) et dont l'écart -type de la loi normale associée est de 0,6 et la médiane égale à $275 / e^{(0,6)^2/2}$ pour H1 soit 229,7 ans et $71 / e^{(0,6)^2/2}$ pour H2 soit 59,3 ans . Les valeurs de t_m et t_M sont respectivement de 71 ans et 781 ans pour H1 et 18 ans et 196 ans pour H2. Elles indiquent les limites pour les quelles 95 % des infrastructures ont une durée de vie comprises entre celles ci. (cf.paragraphe 5.5.).

31% des investissements ont une durée de vie représentée par une variable aléatoire suivant une loi log-normale de moyenne 19 ans et dont

l'écart type de la loi normale associée est de 0,6 et de médiane $19/ e^{(0,6)^2/2}$ soit 15,9 ans. Les valeurs de t_m et t_M sont de 5 ans et 52 ans.

-(iii) les résultats obtenus :

Un investissement I réalisé une année p est donc supposé être constitué de 69% de structure à durée de vie longue et de 31% de structure à durée de vie courte. Ces deux parties de l'investissement suivent des lois de mortalité et de dépréciation représentées par des «fonctions f et g» respectivement adaptées aux valeurs des paramètres des lois retenues. On a déjà observé au paragraphe 6.2 que les valeurs qui interviennent dans les calculs sont en fait celles des «fonctions F et G», définies comme «1 moins les valeurs cumulées - ou l'intégrale- de f et g». (les courbes correspondantes sont présentées pages 50 à 53). On a donc, à partir d'un tableau des valeurs de f et g, calculé un tableau intermédiaire de calcul des valeurs de F et G pour les deux structures, soient F1 et G1 dans un cas et F2 et G2 dans l'autre. Ce tableau est reproduit ci-après (page 56 pour H1 et 58 pour H2).

Le tableau de la page 55 reprend simplement la série de l'indice choisi comme déflateur, c'est à dire le prix de la FBCF des administrations publiques, de 1952 à 1991 et calcule, à partir des investissements reconstitués en francs courants, la série des investissements annuels en francs constants de 1980. (l'estimation des années 1968 et 1969 manquantes a été faite en fonction de la croissance moyenne entre 1967 et 1970). Le graphique page 54 présente ces investissements en francs constants.

Les tableaux des pages 57 et 59 présentent le calcul du capital brut et du capital net, soient les sommes $CB(t)$ et $CN(t)$ du paragraphe 6.2., avec une petite complication concernant la décomposition des investissements de chaque année en deux parties.

La formule qui donne, par exemple, le capital brut est ainsi :

$$CB(n) = \sum_{p=0}^n I_1(n-p)F_1(p) + \sum_{p=0}^n I_2(n-p)F_2(p)$$

où $I_1 = 0,69 I$ et $I_2 = 0,31 I$

On peut donc écrire :

$$CB(n) = \sum_{p=0}^n [0,69F_1(p) + 0,31F_2(p)] I(n-p)$$

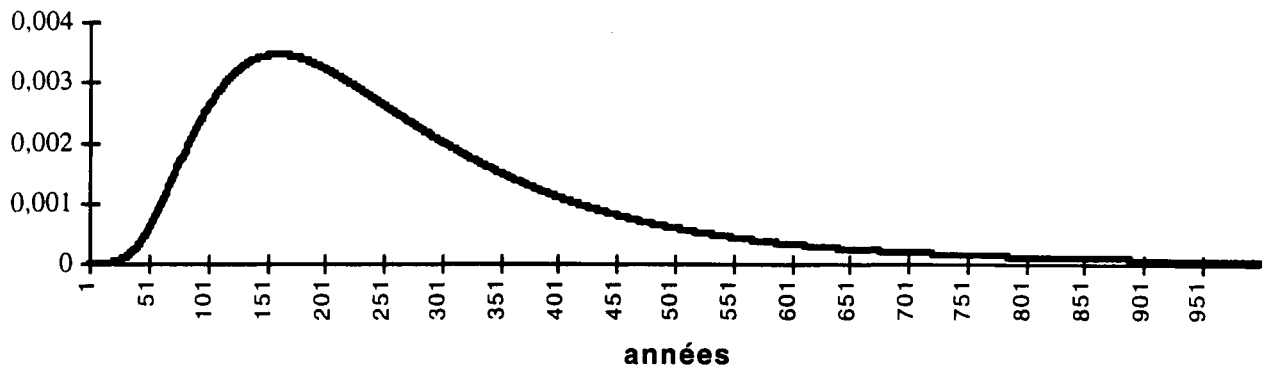
Le terme entre crochets est ce que le tableau nomme «coefficient pour le calcul du capital brut 1991».

Le calcul du capital brut et du capital net est alors effectué en utilisant le tableur qui calcule chacun des termes des sommes, appelés dans le tableau «contribution au capital - brut ou net - 1991».

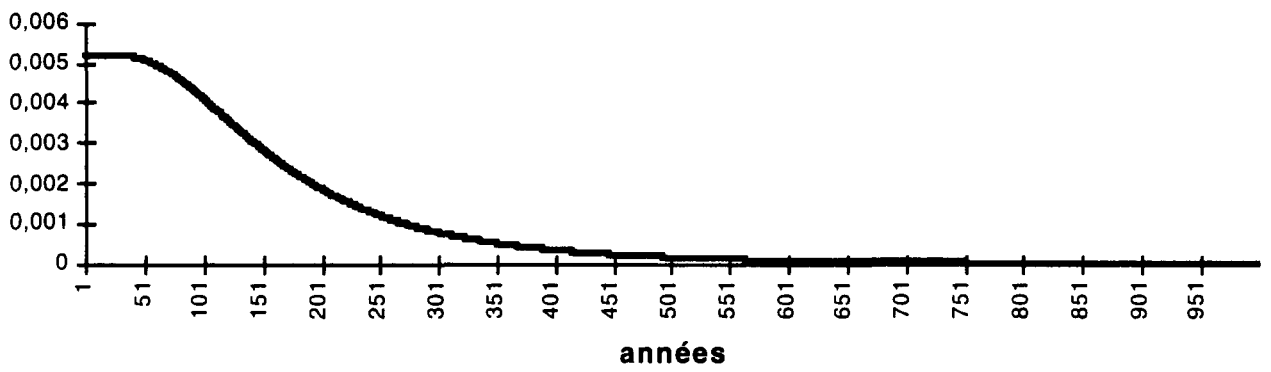
Rappelons qu'il ne s'agit que d'une estimation de ces grandeurs pour la période 1952 - 1991. On constate à la lecture des résultats que les hypothèses H1 et H2 sur les durées de vie n'introduisent pas de différence très forte dans les résultats (de l'ordre 10%), ceci est dû aux lois de mortalité choisies.

Les résultats sont également présentés en francs constants 90.

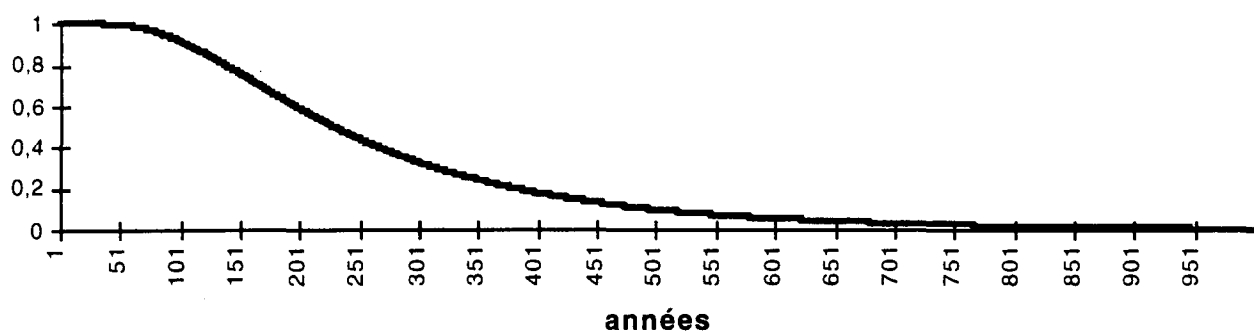
fonction f pour structure longue durée de vie (H1)



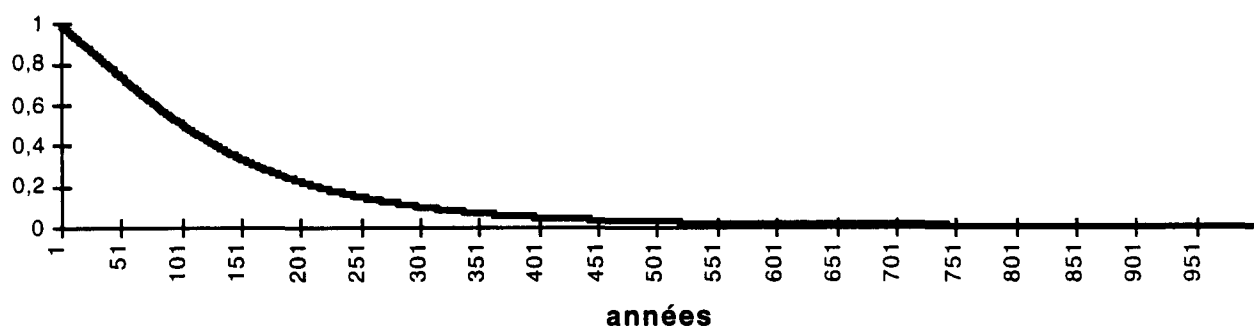
fonction g pour structure longue durée de vie (H1)



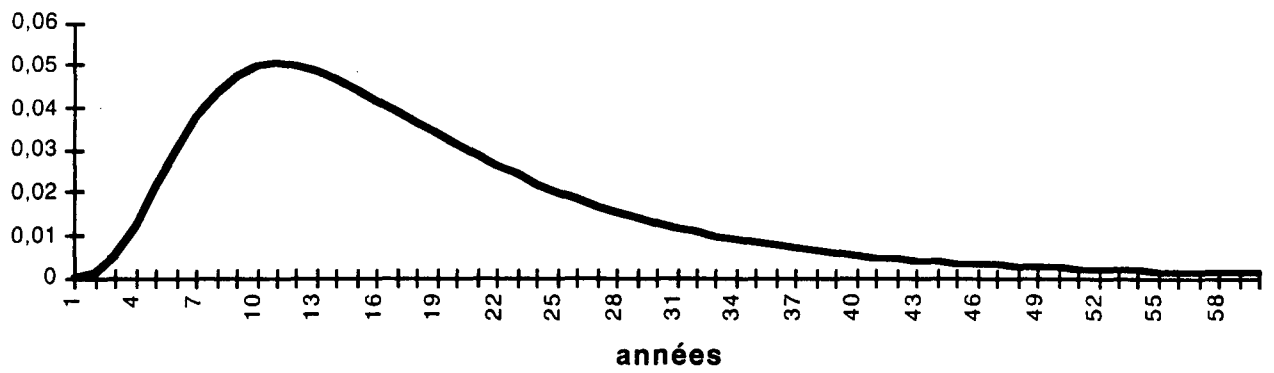
fonction $F = 1 - \text{intégrale de } f$ pour structure longue durée de vie
(H1)



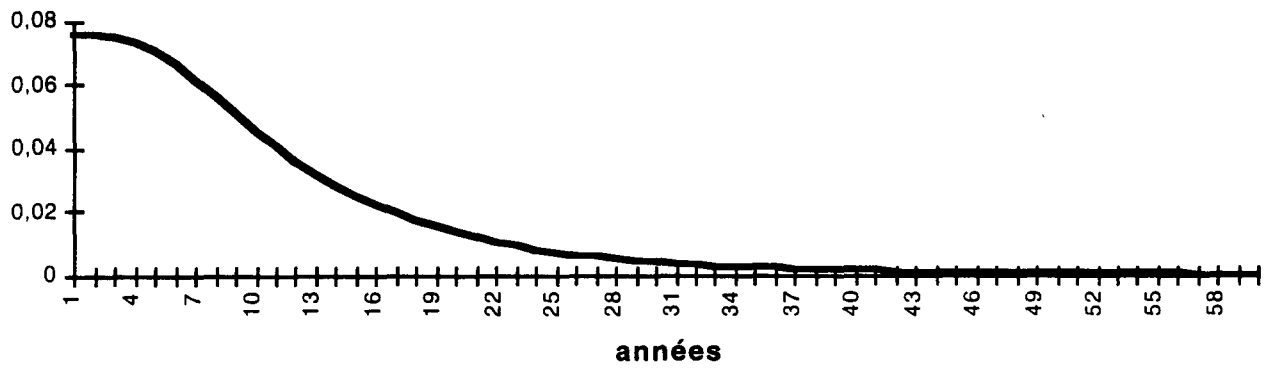
fonction $G = 1 - \text{intégrale de } g$ pour structure longue durée de vie
(H1)



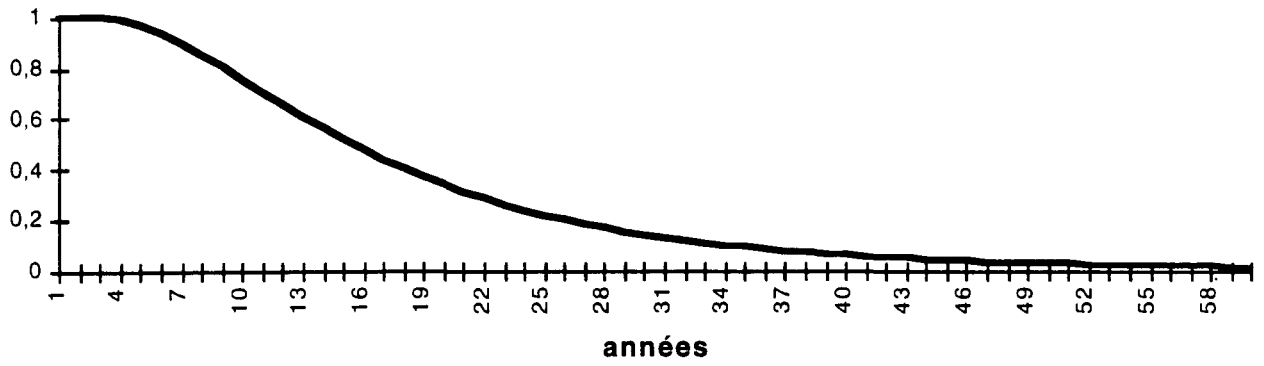
Fonction f pour structure courte durée de vie



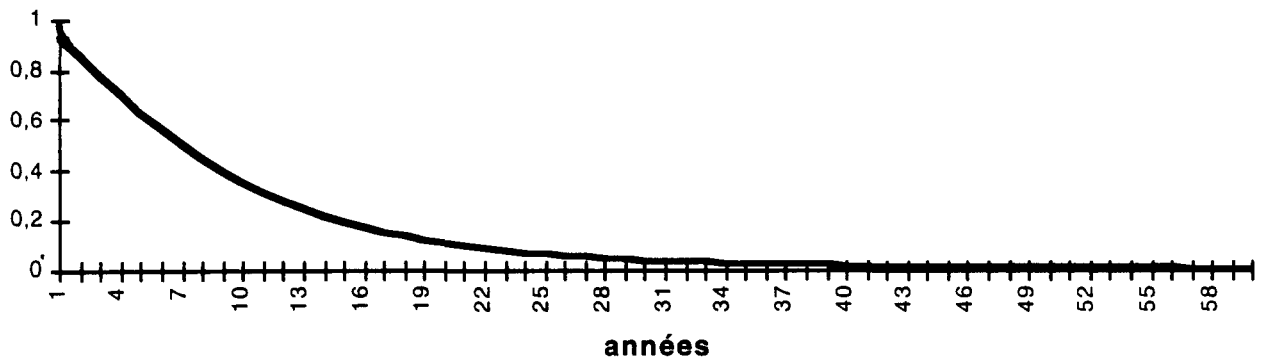
Fonction g pour structure courte durée de vie



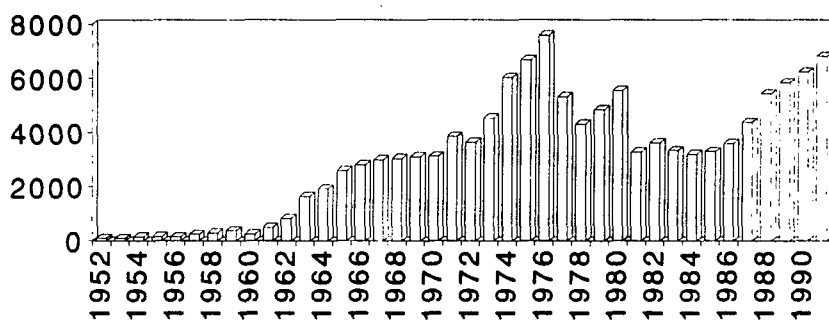
Fonction F = 1- intégrale de f pour structure courte durée de vie



Fonction G = 1-intégrale de g pour structure courte durée de vie



Investissements autoroutiers en MF80



PRIX DE LA FBCF DES APU

Base 100 en 1980

CAS DES AUTOROUTES (H1)

Années	Coef / F csts 1980	Années	inv. F courants	Inv F constants 1980
1950	823,3			
1951	684,4			
1952	546,2	1952	18	98
1953	552,3	1953	18	99
1954	552,3	1954	29	160
1955	537,7	1955	29	156
1956	516,6	1956	28,5	147
1957	475,7	1957	50	238
1958	440,4	1958	69	304
1959	424,3	1959	90	382
1960	419,8	1960	61,5	258
1961	394,8	1961	125	494
1962	374,7	1962	220	824
1963	348,5	1963	474	1652
1964	329,7	1964	582	1919
1965	320,7	1965	806	2585
1966	312,5	1966	895	2797
1967	301,6	1967	992	2992
1968	286,3	1968	1061	3038
1969	274,3	1969	1136	3116
1970	256,8	1970	1217	3125
1971	243,3	1971	1582	3849
1972	229,9	1972	1587	3649
1973	212,8	1973	2134	4541
1974	185,2	1974	3257	6032
1975	164,4	1975	4062	6678
1976	147,5	1976	5141	7583
1977	135,6	1977	3924	5321
1978	124,9	1978	3451	4310
1979	113,2	1979	4280	4845
1980	100,0	1980	5546	5546
1981	90,6	1981	3619	3279
1982	81,6	1982	4437	3621
1983	75,7	1983	4421	3347
1984	71,3	1984	4509	3215
1985	68,4	1985	4813	3292
1986	66,8	1986	5390	3601
1987	65,1	1987	6721	4375
1988	63,4	1988	8580	5440
1989	62,1	1989	9412	5845
1990	60,5	1990	10298	6230
1991	58,6	1991	11617	6808

total : **125789**

**FONCTIONS F ET G POUR LE CALCUL DU CAPITAL BRUT ET DU CAPITAL NET
DES AUTOROUTES (H1)**

durée de vie moyenne:275 ans

durée de vie moyenne : 19 ans

médiane = 229,699 ans et écart type =0,6

médiane : 15,87 ans et écart type = 0,6

Premiers paramètres : terrassements, assainissements, seconds paramètres : chaussées, équipements d'art, installations annexes

sécurité, éclairage

h	F(h)=	G(h)=	h	F(h)=	G(h)=
0	1	1	0	1	1
1	1	0,99985841	1	0,99998366	0,9249923
2	1	0,99971681	2	0,99912479	0,85000094
3	1	0,99957522	3	0,99442775	0,77543902
4	1	0,99943362	4	0,98254025	0,70244277
5	1	0,99929203	5	0,96168896	0,6324184
6	1	0,99915043	6	0,93190797	0,56656429
7	0,99999999	0,99900884	7	0,89445034	0,50567368
8	0,99999998	0,99886724	8	0,85113441	0,45013415
9	0,99999995	0,99872565	9	0,80387835	0,40000912
10	0,99999987	0,99858406	10	0,75443609	0,35513476
11	0,9999997	0,99844248	11	0,70427937	0,31520463
12	0,9999994	0,99830091	12	0,65456883	0,2798342
13	0,99999885	0,99815937	13	0,60617244	0,24860631
14	0,99999795	0,99801788	14	0,55970491	0,22110122
15	0,99999652	0,99787644	15	0,51557325	0,19691525
16	0,99999434	0,9977351	16	0,47402061	0,17567138
17	0,99999114	0,9975939	17	0,43516478	0,15702455
18	0,9999866	0,99745289	18	0,39903053	0,14066336
19	0,99998032	0,99731213	19	0,3655756	0,12630963
20	0,99997184	0,99717169	20	0,33471119	0,11371669
21	0,99996064	0,99703169	21	0,30631771	0,10266696
22	0,99994612	0,99689221	22	0,28025671	0,09296931
23	0,99992761	0,9967534	23	0,25637974	0,08445624
24	0,99990439	0,99661539	24	0,23453475	0,07698131
25	0,99987565	0,99647835	25	0,21457071	0,07041658
26	0,99984054	0,99634246	26	0,19634078	0,06465042
27	0,99979815	0,99620791	27	0,17970437	0,0595854
28	0,99974749	0,99607494	28	0,16452852	0,05513655
29	0,99968755	0,99594378	29	0,15068856	0,0512297
30	0,99961725	0,99581468	30	0,13806848	0,04780008
31	0,99953549	0,99568793	31	0,12656088	0,04479113
32	0,99944111	0,99556382	32	0,11606681	0,0421534
33	0,99933295	0,99544265	33	0,10649542	0,03984361
34	0,99920979	0,99532476	34	0,09776355	0,03782385
35	0,99907043	0,9952105	35	0,08979523	0,03606092
36	0,99891362	0,99510021	36	0,0825212	0,03452566
37	0,99873812	0,99499429	37	0,07587843	0,03319245
38	0,99854269	0,9948931	38	0,0698096	0,03203877
39	0,99832609	0,99479706	39	0,06426263	0,0310448
40	0,99808706	0,99470657	40	0,05919025	0,03019306
41	0,99782439	0,99462206	41	0,05454956	0,02946813
42	0,99753686	0,99454395	42	0,05030166	0,02885639
43	0,99722328	0,99447269	43	0,04641126	0,02834579
44	0,99688247	0,99440873	44	0,04284636	0,02792566
45	0,99651329	0,99435251	45	0,03957795	0,02758655

AUTOROUTES (H1)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,70876641	0,69603386	70	1952	68
0,71063543	0,69640826	71	1953	69
0,71265162	0,69683572	114	1954	112
0,71483197	0,6973221	111	1955	109
0,71719512	0,69787413	106	1956	103
0,71976146	0,69849948	171	1957	166
0,72255332	0,69920695	220	1958	212
0,72559508	0,70000659	277	1959	267
0,72891336	0,70090992	188	1960	181
0,73253714	0,70193016	362	1961	346
0,73649787	0,70308241	607	1962	580
0,74082961	0,70438404	1224	1963	1164
0,74556908	0,70585494	1431	1964	1354
0,75075562	0,70751792	1941	1965	1829
0,75643112	0,7093992	2116	1966	1984
0,7626398	0,71152882	2282	1967	2129
0,76942777	0,71394128	2337	1968	2169
0,7768424	0,71667611	2421	1969	2233
0,78493133	0,71977862	2453	1970	2249
0,79374104	0,72330064	3055	1971	2784
0,80331486	0,72730135	2931	1972	2654
0,81369022	0,73184813	3695	1973	3323
0,82489497	0,7370174	4976	1974	4446
0,83694248	0,74289535	5589	1975	4961
0,8498253	0,74957847	6444	1976	5684
0,86350711	0,75717371	4595	1977	4029
0,87791267	0,76579792	3784	1978	3301
0,89291592	0,77557623	4326	1979	3758
0,9083264	0,78663875	5038	1980	4363
0,9238751	0,79911478	3029	1981	2620
0,93920225	0,81312353	3400	1982	2944
0,95385165	0,82875998	3192	1983	2774
0,9672796	0,84607494	3110	1984	2720
0,97889147	0,86504873	3223	1985	2848
0,98812358	0,8855612	3558	1986	3188
0,99458748	0,90736646	4352	1987	3970
0,9982726	0,93009299	5430	1988	5059
0,99972869	0,95330489	5843	1989	5572
0,99999494	0,97664991	6230	1990	6085
1	1	6808	1991	6808

Cap brut 91:	111107	Cap net 91 :	101214
Mfrancs80		Mfrancs 80	

FONCTIONS F ET G POUR LE CALCUL DU CAPITAL BRUT ET DU CAPITAL NET AUTOROUTES (H2)

durée de vie moyenne:71 ans

médiane = 59,3 ans et écart type =0,6

**Premiers paramètres : terrassements, assainissements,
ouvrages d'art, installations annexes**

durée de vie moyenne : 19 ans

médiane : 15,87 ans et écart type = 0,6

**seconds paramètres : chaussées, équipements
sécurité, éclairage**

h	F(h)=	G(h)=	h	F(h)=	G(h)=
0	1	1	0	1	1
1	1	0,9872773	1	0,99998366	0,9249923
2	0,99999996	0,97455461	2	0,99912479	0,85000094
3	0,99999902	0,96183193	3	0,99442775	0,77543902
4	0,99999217	0,94910957	4	0,98254025	0,70244277
5	0,99996498	0,93638892	5	0,96168896	0,6324184
6	0,99988929	0,9236737	6	0,93190797	0,56656429
7	0,99972186	0,9109711	7	0,89445034	0,50567368
8	0,99940616	0,89829242	8	0,85113441	0,45013415
9	0,99887603	0,88565321	9	0,80387835	0,40000932
10	0,99806026	0,87307289	10	0,75443609	0,35513476
11	0,99688708	0,86057416	11	0,70427937	0,31520463
12	0,99528807	0,84818207	12	0,65456883	0,2798342
13	0,99320118	0,83592324	13	0,60617244	0,24860631
14	0,99057282	0,82382494	14	0,55970491	0,22110122
15	0,98735917	0,81191438	15	0,51557325	0,19691525
16	0,98352671	0,80021806	16	0,47402061	0,17567138
17	0,97905224	0,78876126	17	0,43516478	0,15702455
18	0,97392247	0,77756768	18	0,39903053	0,14066336
19	0,96813328	0,76665908	19	0,3655756	0,12630963
20	0,96168886	0,75605517	20	0,33471119	0,11371669
21	0,95460075	0,74577349	21	0,30631771	0,10266896
22	0,94688674	0,73582933	22	0,28025671	0,09291931
23	0,93856994	0,72623582	23	0,25637974	0,0844124
24	0,92967778	0,7170039	24	0,23453475	0,07691931
25	0,92024108	0,70814249	25	0,21457071	0,07041358
26	0,9102933	0,69965854	26	0,19634078	0,06465042
27	0,89986974	0,6915572	27	0,17970437	0,0595854
28	0,88900694	0,68384193	28	0,16452852	0,05513655
29	0,87774207	0,6765146	29	0,15068856	0,0512297
30	0,86611247	0,66957573	30	0,13806848	0,04780008
31	0,85415526	0,6630245	31	0,12656088	0,04479113
32	0,84190694	0,65685899	32	0,11606681	0,0421534
33	0,82940317	0,65107624	33	0,10649542	0,03984361
34	0,81667851	0,6456724	34	0,09776355	0,03782385
35	0,80376625	0,64064281	35	0,08979523	0,03606092
36	0,79069829	0,63598214	36	0,0825212	0,03452566
37	0,77750502	0,63168447	37	0,07587843	0,03319245
38	0,76421527	0,62774337	38	0,0698096	0,03203877
39	0,75085627	0,624152	39	0,06426263	0,0310448
40	0,73745362	0,62090318	40	0,05919025	0,03019306
41	0,72403129	0,61798941	41	0,05454956	0,02946813
42	0,71061166	0,61540303	42	0,05030166	0,02885639
43	0,69721555	0,61313616	43	0,04641126	0,02834579
44	0,68386221	0,61118082	44	0,04284636	0,02792566
45	0,67056944	0,60952897	45	0,03957795	0,02758655

CAS DES AUTOROUTES (H2)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,51860517	0,43077902	51	1952	42
0,5278932	0,43326913	52	1953	43
0,53714501	0,43600271	86	1954	70
0,54634391	0,4389849	85	1955	68
0,55547256	0,44222067	82	1956	65
0,564513	0,44571474	134	1957	106
0,57344689	0,44947156	174	1958	137
0,58225571	0,45349533	222	1959	173
0,59092096	0,45778988	153	1960	118
0,5994246	0,46235874	296	1961	228
0,60774939	0,46720509	501	1962	385
0,6158795	0,4723318	1017	1963	780
0,62380112	0,47774142	1197	1964	917
0,63150333	0,4834363	1632	1965	1250
0,63897911	0,48941872	1787	1966	1369
0,6462266	0,49569103	1933	1967	1483
0,65325068	0,50225602	1984	1968	1526
0,6600649	0,50911727	2057	1969	1586
0,66669382	0,51627984	2084	1970	1614
0,67317599	0,52375109	2591	1971	2016
0,67956749	0,53154191	2479	1972	1939
0,68594644	0,53966846	3115	1973	2451
0,69241837	0,54815457	4177	1974	3306
0,69912289	0,55703506	4669	1975	3720
0,70624162	0,56636047	5355	1976	4295
0,71400762	0,57620361	3799	1977	3066
0,72271611	0,58666879	3115	1978	2529
0,7327358	0,59790471	3550	1979	2897
0,74451934	0,6101226	4129	1980	3384
0,75860884	0,62362135	2487	1981	2045
0,77562907	0,63882212	2808	1982	2313
0,79625261	0,6563144	2665	1983	2196
0,82110862	0,67691367	2640	1984	2176
0,85058381	0,70172369	2800	1985	2310
0,88443491	0,73217556	3184	1986	2636
0,92111645	0,76996374	4030	1987	3369
0,95683883	0,81668251	5205	1988	4443
0,98499856	0,87278786	5757	1989	5101
0,99863034	0,9357091	6222	1990	5830
1	1	6808	1991	6808

Cap brut 91 :	97115	Cap net 91 :	80789
Mfrancs80		Mfrancs 80	

L'évaluation a été également faite en francs constants 1990, suivant les mêmes hypothèses .

PRIX DE LA FBCF DES APU

Base 100 en 1990

CAS DES AUTOROUTES

Années	Coef / F csts 1990	Années	inv. F courants	Inv F constants 1990
1950	1363,1			
1951	1133,1			
1952	904,3	1952	18	163
1953	914,4	1953	18	165
1954	914,4	1954	29	265
1955	890,3	1955	29	258
1956	855,3	1956	28,5	244
1957	787,6	1957	50	394
1958	729,2	1958	69	503
1959	702,5	1959	90	632
1960	695,0	1960	61,5	427
1961	653,6	1961	125	817
1962	620,4	1962	220	1365
1963	577,0	1963	474	2735
1964	545,9	1964	582	3177
1965	531,0	1965	806	4280
1966	517,5	1966	895	4632
1967	499,3	1967	992	4953
1968	474,0	1968	1061	5029
1969	454,1	1969	1136	5159
1970	425,2	1970	1217	5175
1971	402,4	1971	1582	6366
1972	380,2	1972	1587	6034
1973	351,9	1973	2134	7510
1974	306,3	1974	3257	9976
1975	272,0	1975	4062	11050
1976	244,0	1976	5141	12542
1977	224,1	1977	3924	8794
1978	206,5	1978	3451	7126
1979	187,3	1979	4280	8017
1980	165,4	1980	5546	9173
1981	150,0	1981	3619	5427
1982	134,9	1982	4437	5986
1983	125,3	1983	4421	5540
1984	118,0	1984	4509	5319
1985	113,2	1985	4813	5449
1986	110,6	1986	5390	5959
1987	107,7	1987	6721	7237
1988	104,8	1988	8580	8993
1989	102,7	1989	9412	9669
1990	100,0	1990	10298	10298
1991	96,9	1991	11617	11252

total :

208092

CAS DES AUTOROUTES (H1)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,70876641	0,69603386	115	1952	113
0,71063543	0,69640826	117	1953	115
0,71265162	0,69683572	189	1954	185
0,71483197	0,6973221	185	1955	180
0,71719512	0,69787413	175	1956	170
0,71976146	0,69849948	283	1957	275
0,72255332	0,69920695	364	1958	352
0,72559508	0,70000659	459	1959	443
0,72891336	0,70090992	312	1960	300
0,73253714	0,70193016	599	1961	574
0,73649787	0,70308241	1005	1962	960
0,74082961	0,70438404	2026	1963	1927
0,74556908	0,70585494	2369	1964	2243
0,75075562	0,70751792	3213	1965	3028
0,75643112	0,7093992	3504	1966	3286
0,7626398	0,71152882	3778	1967	3524
0,76942777	0,71394128	3869	1968	3590
0,7768424	0,71667611	4008	1969	3697
0,78493133	0,71977862	4062	1970	3725
0,79374104	0,72330064	5053	1971	4605
0,80331486	0,72730135	4847	1972	4389
0,81369022	0,73184813	6111	1973	5496
0,82489497	0,7370174	8229	1974	7353
0,83694248	0,74289535	9248	1975	8009
0,8498253	0,74957847	10658	1976	9401
0,86350711	0,75717371	7594	1977	6659
0,87791267	0,76579792	6256	1978	5457
0,89291592	0,77557623	7159	1979	6218
0,9083264	0,78663875	8332	1980	7216
0,9238751	0,79911478	5014	1981	4337
0,93920225	0,81312353	5622	1982	4867
0,95385165	0,82875998	5284	1983	4591
0,9672796	0,84607494	5145	1984	4501
0,97889147	0,86504873	5334	1985	4713
0,98812358	0,8855612	5888	1986	5277
0,99458748	0,90736646	7198	1987	6567
0,9982726	0,93009299	8978	1988	8365
0,99972869	0,95330489	9667	1989	9218
0,99999494	0,97664991	10298	1990	10058
1	1	11252	1991	11252

Cap brut 91	183798	Cap net 91	167432
Mfrancs90		Mfrancs 90	

CAS DES AUTOROUTES (H2)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,53801224	0,44028877	88	1952	72
0,54894952	0,44307494	90	1953	73
0,56000078	0,44615194	148	1954	118
0,57116339	0,44953063	147	1955	116
0,58243523	0,45322242	142	1956	110
0,59381487	0,45723935	234	1957	180
0,60530177	0,46159413	305	1958	232
0,6168965	0,46630026	390	1959	295
0,628601	0,47137216	269	1960	201
0,64041884	0,47682528	523	1961	390
0,65235548	0,48267628	890	1962	659
0,66441863	0,48894326	1817	1963	1337
0,67661848	0,49564595	2150	1964	1575
0,68896802	0,50280602	2949	1965	2152
0,70148327	0,51044746	3249	1966	2364
0,71418344	0,51859689	3538	1967	2569
0,72709098	0,52728415	3656	1968	2652
0,74023143	0,53654273	3819	1969	2768
0,75363301	0,54641047	3900	1970	2827
0,76732578	0,55693024	4885	1971	3546
0,7813404	0,56815075	4715	1972	3428
0,79570597	0,58012734	5976	1973	4357
0,81044713	0,59292288	8085	1974	5915
0,82557982	0,60660859	9123	1975	6703
0,84110553	0,62126465	10549	1976	7792
0,85700377	0,63698059	7537	1977	5602
0,87322227	0,65385499	6223	1978	4659
0,88966511	0,67199423	7133	1979	5387
0,90617869	0,6915096	8312	1980	6343
0,92253676	0,71251207	5006	1981	3867
0,93842675	0,73510354	5617	1982	4400
0,95344192	0,75936336	5282	1983	4207
0,96708769	0,7853289	5144	1984	4178
0,97881508	0,81296978	5333	1985	4430
0,98809942	0,84215806	5888	1986	5019
0,99458208	0,87264286	7198	1987	6316
0,99827193	0,90405013	8978	1988	8130
0,99972866	0,93594297	9667	1989	9050
0,99999494	0,96796895	10298	1990	9968
1	1	11252	1991	11252

Cap brut 91	180505	Cap net 91	145239
Mfrancs90		Mfrancs 90	

7.1.2.2. cas des routes et voiries urbaines :

-(i) évaluation des durées de vie des parcs d'infrastructures retenus :

Il s'agit de déterminer en fonction des différentes catégories composant la structure technique des routes et voiries urbaines et de leur durée de vie possible, quelles seront les classes de parc à retenir pour l'utilisation des fonctions $F(p)$ et $G(p)$ permettant d'évaluer le capital brut et net (cf. chapitre 6.3.).

La structure technique à retenir est la suivante :

terrassements : 27,5%
assainissements : 5%
chaussées : 46,8%
équipements, sécurité : 5,2%
ouvrages d'art : 15,5%

Deux classes de parc sont à considérer en fonction des durées de vie :

parc 1 : structures à durée de vie longue (structures de base et ouvrages d'art). En fait deux hypothèses de durée de vie sont à considérer :

- terrassements : en fait infinie, en pratique nous avons deux hypothèses : $H1 = 500$ ans; $H2 = 100$ ans
- assainissements : $H1 = H2 = 50$ ans
- O.A. : $H1 = 100$ ans; $H2 = 50$ ans

soit une durée de vie moyenne :

$H1 = 324$ ans

$H2 = 79$ ans

pour 48 % des investissements routiers

-parc 2 : structures à durée de vie courte (structures de roulement et équipements) : une seule hypothèse de durée de vie :

- chaussée: couches profondes : 25 ans
- chaussée : couches de roulement : 10 ans

-équipements, sécurité : 25 ans

soit une durée de vie moyenne de 18 ans pour 52 % des investissements routiers.

-(ii) détermination des paramètres des lois de mortalité retenues:

52 % des investissements ont une durée de vie représentée par une variable aléatoire suivant une loi log-normale de moyenne 324 ans (H1) ou 79 ans (H2) et dont l'écart -type de la loi normale associée est de 0,6 et la médiane égale à $324 / e^{(0,6)^2/2}$ pour H1 soit 253,6 ans et $79 / e^{(0,6)^2/2}$ pour H2 soit 66 ans. Les valeurs de t_m et t_M sont respectivement de 81 ans et 898 ans pour H1 et 20 ans et 219 ans pour H2. Elles indiquent les limites pour lesquelles 95 % des infrastructures ont une durée de vie comprises entre celles ci. (cf.paragraphe 5.5.).

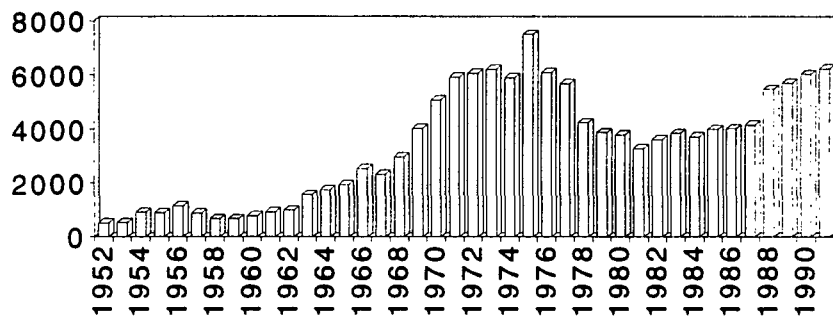
31% des investissements ont une durée de vie représentée par une variable aléatoire suivant une loi log-normale de moyenne 19 ans et dont l'écart type de la loi normale associée est de 0,6 et de médiane $19 / e^{(0,6)^2/2}$ soit 15,9 ans. Les valeurs de t_m et t_M sont de 5 et 49 ans.

L'évaluation du capital brut et net se fait par la même méthode que précédemment. Les coefficients de la fonction devenant 0,52 et 0,48.

-(iii) Les résultats sont présentés dans les tableaux ci après.

Il convient de remarquer que contrairement aux autoroutes, le réseau préexistait avant 1952, et qu'il serait nécessaire de connaître le capital existant alors, pour que cette évaluation soit complète et comparable à d'autres méthodes d'évaluation (coûts de renouvellement).

investissements routes et voiries urbaines MF80



PRIX DE LA FBCF DES APU

Base 100 en 1980

CAS DES ROUTES ET VOIRIES

URBAINES (H1)

Années	Coef / F csts 1980	Années	inv. F courants	Inv F constants 1980
1950	823,3			
1951	684,4			
1952	546,2	1952	96	524
1953	552,3	1953	96	530
1954	552,3	1954	166	917
1955	537,7	1955	166	893
1956	516,6	1956	222	1147
1957	475,7	1957	184	875
1958	440,4	1958	153	674
1959	424,3	1959	159	675
1960	419,8	1960	188	789
1961	394,8	1961	237	936
1962	374,7	1962	265	993
1963	348,5	1963	449	1565
1964	329,7	1964	531	1751
1965	320,7	1965	602	1931
1966	312,5	1966	812	2538
1967	301,6	1967	771	2325
1968	286,3	1968	1037	2969
1969	274,3	1969	1468	4027
1970	256,8	1970	1969	5056
1971	243,3	1971	2424	5898
1972	229,9	1972	2632	6051
1973	212,8	1973	2909	6190
1974	185,2	1974	3176	5882
1975	164,4	1975	4549	7479
1976	147,5	1976	4121	6078
1977	135,6	1977	4178	5665
1978	124,9	1978	3388	4232
1979	113,2	1979	3422	3874
1980	100,0	1980	3787	3787
1981	90,6	1981	3619	3279
1982	81,6	1982	4437	3621
1983	75,7	1983	5082	3847
1984	71,3	1984	5218	3720
1985	68,4	1985	5834	3990
1986	66,8	1986	6006	4012
1987	65,1	1987	6372	4148
1988	63,4	1988	8621	5466
1989	62,1	1989	9152	5683
1990	60,5	1990	9941	6014
1991	58,6	1991	10616	6221

TOTAL

136251

**FONCTIONS F ET G POUR LE CALCUL DU CAPITAL BRUT ET DU CAPITAL NET
ROUTES ET VOIRIES URBAINES (H1)**

durée de vie moyenne:324 ans

durée de vie moyenne : 18 ans

médiane = 270,6 ans et écart type =0,6

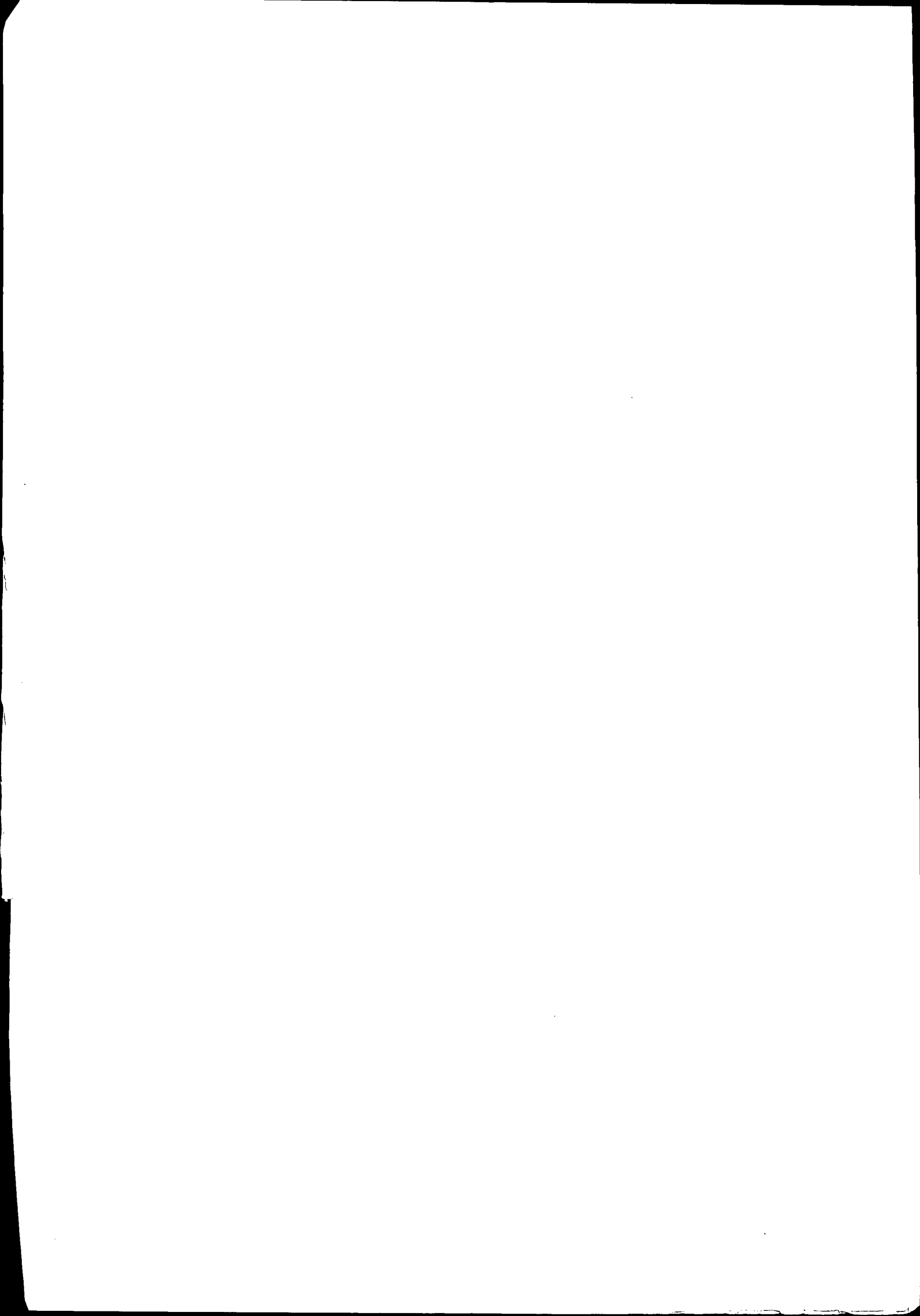
médiane : 15 ans et écart type = 0,6

Premiers paramètres : terrassements, assés, ouvrages d'art **seconds paramètres : chaussées, équipements, sécurité, éclairage**

h	F(h)=	G(h)=	h	F(h)=	G(h)=
0	1	1	0	1	1
1	1	0,99993815	1	0,99997492	0,92053359
2	1	0,9998763	2	0,99879218	0,84109226
3	1	0,99981445	3	0,9927219	0,7622423
4	1	0,9997526	4	0,97803574	0,68541576
5	1	0,99969075	5	0,95316016	0,61226077
6	1	0,99962889	6	0,91863158	0,54408089
7	1	0,99956704	7	0,87623847	0,48165577
8	1	0,99950519	8	0,82822974	0,42528682
9	0,99999999	0,99944334	9	0,77681128	0,37491895
10	0,99999997	0,99938149	10	0,72389446	0,33026425
11	0,99999993	0,99931965	11	0,67100832	0,29090122
12	0,99999985	0,9992578	12	0,61930206	0,25634603
13	0,99999971	0,99919596	13	0,5695898	0,2260997
14	0,99999947	0,99913414	14	0,52240962	0,19967738
15	0,99999907	0,99907233	15	0,4780827	0,17662508
16	0,99999845	0,99901054	16	0,43676593	0,15652791
17	0,99999751	0,9989488	17	0,39849575	0,13901303
18	0,99999614	0,99888711	18	0,36322329	0,12374934
19	0,9999942	0,9988255	19	0,33084162	0,11044523
20	0,99999151	0,99876399	20	0,30120637	0,09884542
21	0,99998789	0,99870261	21	0,27415118	0,08872737
22	0,99998308	0,99864141	22	0,2494988	0,07989767
23	0,99997684	0,99858042	23	0,22706909	0,07218853
24	0,99996885	0,99851971	24	0,20668452	0,06545459
25	0,99995878	0,99845933	25	0,18817388	0,05957001
26	0,99994626	0,99839935	26	0,17137459	0,05442585
27	0,99993087	0,99833986	27	0,15613413	0,04992782
28	0,99991217	0,99828093	28	0,14231063	0,04599426
29	0,99988969	0,99822267	29	0,12977307	0,04255439
30	0,99986292	0,99816519	30	0,11840113	0,03954685
31	0,99983131	0,9981086	31	0,10808475	0,03691837
32	0,9997943	0,99805302	32	0,09872366	0,03462268
33	0,99975127	0,99799861	33	0,09022667	0,03261952
34	0,99970162	0,9979455	34	0,08251112	0,03087385
35	0,99964468	0,99789385	35	0,07550215	0,02935511
36	0,99957978	0,99784382	36	0,06913204	0,02803662
37	0,99950624	0,9977956	37	0,06333966	0,02689508
38	0,99942334	0,99774937	38	0,05806979	0,0259101
39	0,99933036	0,99770532	39	0,05327264	0,02506379
40	0,99922657	0,99766365	40	0,04890329	0,02434048
41	0,99911123	0,99762458	41	0,04492122	0,02372641
42	0,99898357	0,99758832	42	0,04128993	0,02320947
43	0,99884284	0,9975551	43	0,03797647	0,02277898
44	0,99868828	0,99752515	44	0,03495116	0,02242555

URBAINES (H1) avec renforcements
coordonnés et ouvrages d'art

Années	Coef / F csts 1980	Années	inv. F courants	Inv F constants 1980
1950	823,3			
1951	684,4			
1952	546,2	1952	96	524
1953	552,3	1953	96	530
1954	552,3	1954	166	917
1955	537,7	1955	166	893
1956	516,6	1956	222	1147
1957	475,7	1957	184	875
1958	440,4	1958	153	674
1959	424,3	1959	159	675
1960	419,8	1960	188	789
1961	394,8	1961	237	936
1962	374,7	1962	265	993
1963	348,5	1963	449	1565
1964	329,7	1964	531	1751
1965	320,7	1965	602	1931
1966	312,5	1966	812	2538
1967	301,6	1967	771	2325
1968	286,3	1968	1037	2969
1969	274,3	1969	1468	4027
1970	256,8	1970	1969	5056
1971	243,3	1971	2660	6472
1972	229,9	1972	3049	7010
1973	212,8	1973	3401	7237
1974	185,2	1974	3761	6965
1975	164,4	1975	5750	9453
1976	147,5	1976	4782	7053
1977	135,6	1977	4873	6608
1978	124,9	1978	3942	4924
1979	113,2	1979	4007	4536
1980	100,0	1980	4317	4317
1981	90,6	1981	4208	3812
1982	81,6	1982	5137	4192
1983	75,7	1983	5919	4481
1984	71,3	1984	6050	4314
1985	68,4	1985	6507	4451
1986	66,8	1986	7140	4770
1987	65,1	1987	7469	4862
1988	63,4	1988	9545	6052
1989	62,1	1989	10159	6309
1990	60,5	1990	10433	6312
1991	58,6	1991	10960	6423
		TOTAL		151664

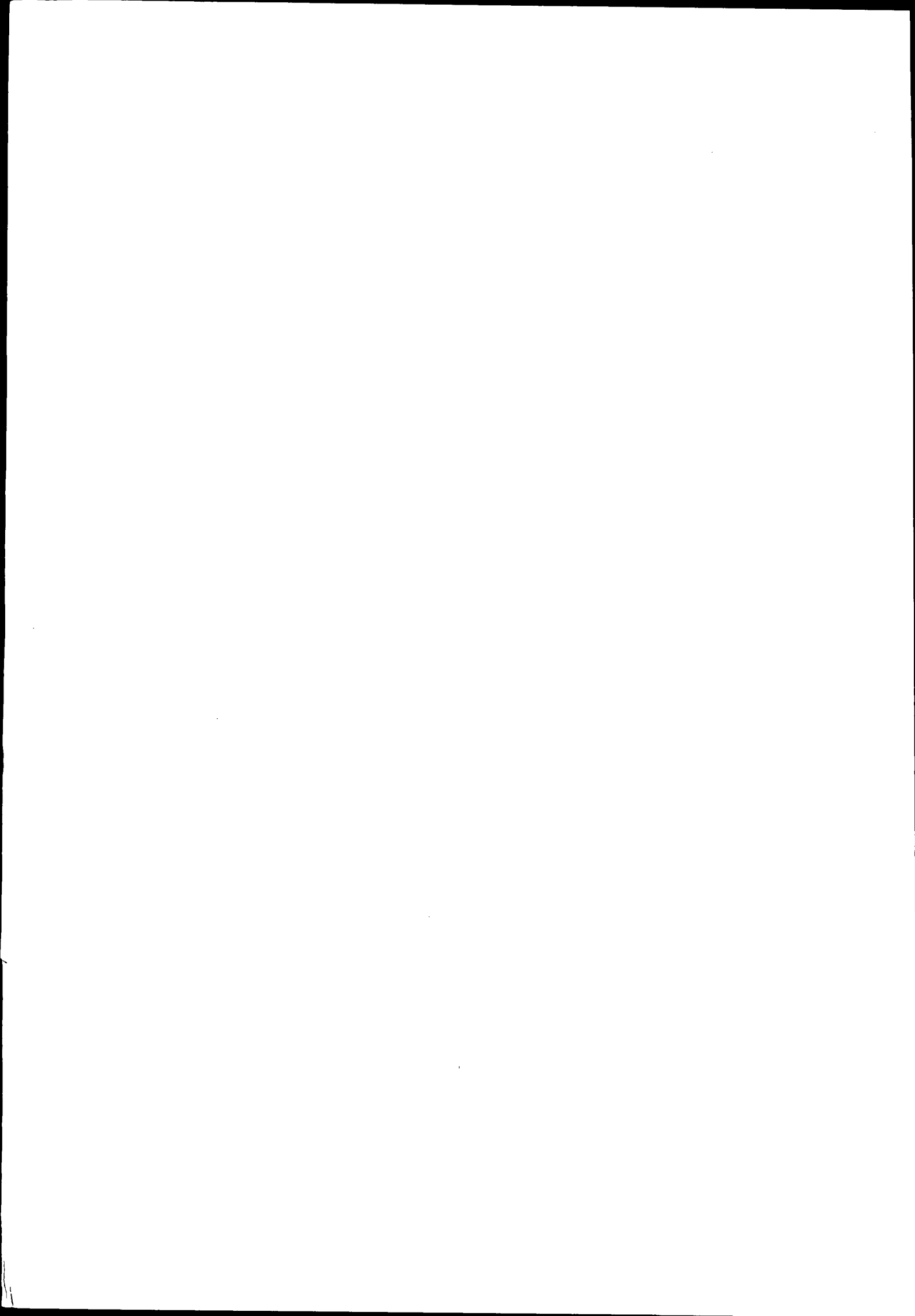


CAS DES ROUTES ET VOIRIES

URBAINES (H1) avec renforcements coordonnés et ouvrages d'art

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,50738035	0,49193172	266	1952	258
0,5099195	0,49239295	270	1953	261
0,51269962	0,49292733	470	1954	452
0,51574696	0,49354408	460	1955	441
0,51909056	0,4942537	595	1956	567
0,52276256	0,49506824	458	1957	433
0,52679848	0,49600149	355	1958	334
0,53123756	0,49706925	358	1959	335
0,5361231	0,49828968	423	1960	393
0,54150279	0,49968365	507	1961	468
0,54742905	0,50127516	544	1962	498
0,55395937	0,50309186	867	1963	787
0,56115657	0,5051656	982	1964	884
0,56908899	0,50753313	1099	1965	980
0,57783063	0,51023688	1466	1966	1295
0,587461	0,51332585	1366	1967	1194
0,59806481	0,51685664	1776	1968	1535
0,60973126	0,52089466	2455	1969	2097
0,6225528	0,52551549	3148	1970	2657
0,63662324	0,53080633	4120	1971	3435
0,65203486	0,53686776	4571	1972	3763
0,66887426	0,54381547	4841	1973	3936
0,68721659	0,5517822	4787	1974	3843
0,70711754	0,56091957	6684	1975	5302
0,72860256	0,57139976	5139	1976	4030
0,75165275	0,58341662	4967	1977	3855
0,77618656	0,59718591	3822	1978	2940
0,802037	0,61294368	3638	1979	2780
0,82892429	0,63094207	3578	1980	2724
0,85642511	0,65144052	3265	1981	2484
0,88394186	0,67469066	3705	1982	2828
0,91067946	0,70091164	4080	1983	3141
0,93564401	0,73025318	4036	1984	3150
0,95768842	0,76274393	4262	1985	3395
0,97564329	0,79822716	4653	1986	3807
0,98857858	0,83629744	4807	1987	4066
0,99621539	0,87627693	6029	1988	5303
0,99937193	0,9173086	6305	1989	5787
0,99998696	0,95864778	6312	1990	6051
1	1	6423	1991	6423

Cap brut 91 : 117889	Cap net 91 : 98913
Mfrancs80	Mfrancs 80



CAS DES ROUTES ET VOIRIES

URBAINES (H1)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,50738035	0,49193172	266	1952	258
0,5099195	0,49239295	270	1953	261
0,51269962	0,49292733	470	1954	452
0,51574696	0,49354408	460	1955	441
0,51909056	0,4942537	595	1956	567
0,52276256	0,49506824	458	1957	433
0,52679848	0,49600149	355	1958	334
0,53123756	0,49706925	358	1959	335
0,5361231	0,49828968	423	1960	393
0,54150279	0,49968365	507	1961	468
0,54742905	0,50127516	544	1962	498
0,55395937	0,50309186	867	1963	787
0,56115657	0,5051656	982	1964	884
0,56908899	0,50753313	1099	1965	980
0,57783063	0,51023688	1466	1966	1295
0,587461	0,51332585	1366	1967	1194
0,59806481	0,51685664	1776	1968	1535
0,60973126	0,52089466	2455	1969	2097
0,6225528	0,52551549	3148	1970	2657
0,63662324	0,53080633	3755	1971	3130
0,65203486	0,53686776	3945	1972	3249
0,66887426	0,54381547	4141	1973	3366
0,68721659	0,5517822	4042	1974	3246
0,70711754	0,56091957	5288	1975	4195
0,72860256	0,57139976	4429	1976	3473
0,75165275	0,58341662	4258	1977	3305
0,77618656	0,59718591	3285	1978	2527
0,802037	0,61294368	3107	1979	2374
0,82892429	0,63094207	3139	1980	2389
0,85642511	0,65144052	2808	1981	2136
0,88394186	0,67469066	3200	1982	2443
0,91067946	0,70091164	3503	1983	2696
0,93564401	0,73025318	3481	1984	2717
0,95768842	0,76274393	3822	1985	3044
0,97564329	0,79822716	3914	1986	3202
0,98857858	0,83629744	4101	1987	3469
0,99621539	0,87627693	5445	1988	4789
0,99937193	0,9173086	5680	1989	5213
0,99998696	0,95864778	6014	1990	5766
1	1	6221	1991	6221

Cap brut 91	105444	Cap net 91	88821
Mfrancs80		Mfrancs 80	

**FONCTIONS F ET G POUR LE CALCUL DU CAPITAL BRUT ET DU CAPITAL NET
ROUTES ET VOIRIES URBAINES (H2)**

durée de vie moyenne:79 ans
médiante = 65,986 ans et écart type =0,6

durée de vie moyenne : 18 ans
médiante : 15 ans et écart type = 0,6

Premiers paramètres : terrassements, assainissements, ouvrages d'art

seconds paramètres : chaussées, équipements, sécurité, éclairage

h	F(h)=	G(h)=	h	F(h)=	G(h)=
0	1	1	0	1	1
1	1	0,98981615	1	0,99997492	0,920533591
2	0,99999999	0,9796323	2	0,99879218	0,841092258
3	0,9999996	0,96944846	3	0,9927219	0,762242297
4	0,99999658	0,95926474	4	0,97803574	0,685415762
5	0,99998373	0,94908178	5	0,95316016	0,612260767
6	0,99994598	0,93890139	6	0,91863158	0,544080888
7	0,99985857	0,92872729	7	0,87623847	0,481655773
8	0,99968709	0,91856568	8	0,82822974	0,425286815
9	0,99938889	0,90842551	9	0,77681128	0,37491895
10	0,99891544	0,89831847	10	0,72389446	0,330264246
11	0,99821502	0,88825877	11	0,67100832	0,290901224
12	0,99723542	0,87826275	12	0,61930206	0,256346034
13	0,99592618	0,86834836	13	0,5695898	0,226099699
14	0,99424058	0,85853468	14	0,52240962	0,199677383
15	0,99213699	0,8488414	15	0,4780827	0,17662508
16	0,98957984	0,83928836	16	0,43676593	0,156527905
17	0,98654012	0,82989514	17	0,39849575	0,139013029
18	0,9829956	0,82068073	18	0,36322329	0,123749339
19	0,97893075	0,81166324	19	0,33084162	0,110445231
20	0,97433643	0,80285968	20	0,30120637	0,098845421
21	0,9692095	0,79428585	21	0,27415118	0,088727373
22	0,9635523	0,78595615	22	0,2494988	0,079897668
23	0,95737204	0,7778836	23	0,22706909	0,072188526
24	0,95068023	0,77007975	24	0,20668452	0,065454588
25	0,94349209	0,76255473	25	0,18817388	0,059570007
26	0,93582593	0,75531724	26	0,17137459	0,054425853
27	0,92770264	0,7483746	27	0,15613413	0,049927824
28	0,91914519	0,74173282	28	0,14231063	0,045994257
29	0,9101781	0,73539666	29	0,12977307	0,042554387
30	0,90082707	0,72936971	30	0,11840113	0,039546846
31	0,8911186	0,72365447	31	0,10808475	0,03691837
32	0,88107964	0,7182524	32	0,09872366	0,03462268
33	0,87073729	0,71316405	33	0,09022667	0,032619524
34	0,86011857	0,7083891	34	0,08251112	0,030873853
35	0,84925021	0,70392647	35	0,07550215	0,02935511
36	0,83815846	0,69977436	36	0,06913204	0,028036623
37	0,82686892	0,69593036	37	0,06333966	0,026895084
38	0,81540648	0,69239148	38	0,05806979	0,025910095
39	0,80379513	0,68915424	39	0,05327264	0,025063787
40	0,79205799	0,68621473	40	0,04890329	0,024340483
41	0,78021718	0,68356865	41	0,04492122	0,023726413
42	0,76829379	0,68121137	42	0,04128993	0,023209467
43	0,75630788	0,67913798	43	0,03797647	0,02277898
44	0,74427846	0,67734333	44	0,03495116	0,02242555

CAS DES ROUTES ET VOIRIES URBAINES (H2)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Année	Contribution au capital net 1991
0,41352344	0,34382721	217	1952	180
0,4215914	0,34582116	224	1953	183
0,42983371	0,34803202	394	1954	319
0,43826472	0,35047074	391	1955	313
0,44690122	0,35314936	513	1956	405
0,4557627	0,35608117	399	1957	312
0,46487177	0,3592809	313	1958	242
0,47425453	0,36276495	320	1959	245
0,483941	0,3665517	382	1960	289
0,49396558	0,37066182	462	1961	347
0,50436748	0,37511868	501	1962	372
0,51519122	0,37994877	806	1963	595
0,52648702	0,38518227	922	1964	674
0,53831123	0,39085372	1039	1965	755
0,55072662	0,39700267	1397	1966	1007
0,56380246	0,40367467	1311	1967	939
0,57761451	0,41092216	1715	1968	1220
0,59224448	0,41880574	2385	1969	1686
0,60777918	0,42739544	3073	1970	2161
0,6243088	0,43677227	3682	1971	2576
0,6419244	0,44702987	3884	1972	2705
0,660714	0,45827641	4090	1973	2837
0,68075705	0,47063644	4004	1974	2768
0,70211661	0,48425292	5251	1975	3622
0,72482876	0,49928891	4406	1976	3035
0,74888848	0,51592888	4243	1977	2923
0,77423126	0,53437905	3276	1978	2261
0,80071007	0,55486606	3102	1979	2149
0,82806754	0,57763285	3136	1980	2187
0,85590453	0,60293027	2806	1981	1977
0,88364853	0,6310021	3199	1982	2285
0,91052927	0,66206067	3503	1983	2547
0,93557612	0,6962501	3481	1984	2590
0,95766249	0,73359473	3822	1985	2927
0,97563548	0,77393485	3914	1986	3105
0,98857694	0,81686327	4101	1987	3388
0,9962152	0,86170125	5445	1988	4710
0,99937193	0,90759148	5680	1989	5158
0,99998696	0,95378922	6014	1990	5736
1	1	6221	1991	6221

Cap brut 91	104023	Cap net 91	79953
Mfrancs80		Mfrancs 80	

Les résultats sont également présentés en francs 1990.

PRIX DE LA FBCF DES APU

Base 100 en 1990

CAS DES ROUTES ET VOIRIES

URBAINES

Années	Coef / F csts 1990	Années	inv. F courants	Inv F constants 1990
1950	1363,1			
1951	1133,1			
1952	904,3	1952	96	868
1953	914,4	1953	96	878
1954	914,4	1954	166	1518
1955	890,3	1955	166	1478
1956	855,3	1956	222	1899
1957	787,6	1957	184	1449
1958	729,2	1958	153	1116
1959	702,5	1959	159	1117
1960	695,0	1960	188	1307
1961	653,6	1961	237	1549
1962	620,4	1962	265	1644
1963	577,0	1963	449	2591
1964	545,9	1964	531	2899
1965	531,0	1965	602	3197
1966	517,5	1966	812	4202
1967	499,3	1967	771	3850
1968	474,0	1968	1037	4915
1969	454,1	1969	1468	6667
1970	425,2	1970	1969	8372
1971	402,4	1971	2424	9755
1972	380,2	1972	2632	10008
1973	351,9	1973	2909	10237
1974	306,3	1974	3176	9728
1975	272,0	1975	4549	12375
1976	244,0	1976	4121	10053
1977	224,1	1977	4178	9364
1978	206,5	1978	3388	6996
1979	187,3	1979	3422	6410
1980	165,4	1980	3787	6264
1981	150,0	1981	3619	5427
1982	134,9	1982	4437	5986
1983	125,3	1983	5082	6368
1984	118,0	1984	5218	6156
1985	113,2	1985	5834	6605
1986	110,6	1986	6006	6640
1987	107,7	1987	6372	6862
1988	104,8	1988	8621	9036
1989	102,7	1989	9152	9402
1990	100,0	1990	9941	9941
1991	96,9	1991	10616	10283

TOTAL: 225409

CAS DES ROUTES ET VOIRIES

URBAINES (H1)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,50738035	0,49193172	440	1952	427
0,5099195	0,49239295	448	1953	432
0,51269962	0,49292733	778	1954	748
0,51574696	0,49354408	762	1955	729
0,51909056	0,4942537	986	1956	938
0,52276256	0,49506824	758	1957	717
0,52679848	0,49600149	588	1958	553
0,53123756	0,49706925	593	1959	555
0,5361231	0,49828968	701	1960	651
0,54150279	0,49968365	839	1961	774
0,54742905	0,50127516	900	1962	824
0,55395937	0,50309186	1435	1963	1303
0,56115657	0,5051656	1627	1964	1464
0,56908899	0,50753313	1819	1965	1623
0,57783063	0,51023688	2428	1966	2144
0,587461	0,51332585	2262	1967	1976
0,59806481	0,51685664	2939	1968	2540
0,60973126	0,52089466	4065	1969	3473
0,6225528	0,52551549	5212	1970	4400
0,63662324	0,53080633	6210	1971	5178
0,65203486	0,53686776	6525	1972	5373
0,66887426	0,54381547	6847	1973	5567
0,68721659	0,5517822	6685	1974	5368
0,70711754	0,56091957	8751	1975	6941
0,72860256	0,57139976	7325	1976	5744
0,75165275	0,58341662	7038	1977	5463
0,77618656	0,59718591	5430	1978	4178
0,802037	0,61294368	5141	1979	3929
0,82892429	0,63094207	5192	1980	3952
0,85642511	0,65144052	4648	1981	3535
0,88394186	0,67469066	5291	1982	4039
0,91067946	0,70091164	5799	1983	4463
0,93564401	0,73025318	5760	1984	4495
0,95768842	0,76274393	6325	1985	5038
0,97564329	0,79822716	6479	1986	5300
0,98857858	0,83629744	6783	1987	5738
0,99621539	0,87627693	9002	1988	7918
0,99937193	0,9173086	9396	1989	8625
0,99998696	0,95864778	9941	1990	9530
1	1	10283	1991	10283

Cap brut 91	174431	Cap net 91	146932
Mfrancs90		Mfrancs 90	

CAS DES ROUTES ET VOIRIES URBAINES (H1)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,41352344	0,34382721	359	1952	298
0,4215914	0,34582116	370	1953	304
0,42983371	0,34803202	652	1954	528
0,43826472	0,35047074	648	1955	518
0,44690122	0,35314936	849	1956	671
0,4557627	0,35608117	660	1957	516
0,46487177	0,3592809	519	1958	401
0,47425453	0,36276495	530	1959	405
0,483941	0,3665517	632	1960	479
0,49396558	0,37066182	765	1961	574
0,50436748	0,37511868	829	1962	617
0,51519122	0,37994877	1335	1963	984
0,52648702	0,38518227	1526	1964	1117
0,53831123	0,39085372	1721	1965	1249
0,55072662	0,39700267	2314	1966	1668
0,56380246	0,40367467	2171	1967	1554
0,57761451	0,41092216	2839	1968	2020
0,59224448	0,41880574	3948	1969	2792
0,60777918	0,42739544	5088	1970	3578
0,6243088	0,43677227	6090	1971	4261
0,6419244	0,44702987	6424	1972	4474
0,660714	0,45827641	6764	1973	4691
0,68075705	0,47063644	6622	1974	4578
0,70211661	0,48425292	8689	1975	5993
0,72482876	0,49928891	7287	1976	5019
0,74888848	0,51592888	7012	1977	4831
0,77423126	0,53437905	5416	1978	3738
0,80071007	0,55486606	5133	1979	3557
0,82806754	0,57763285	5187	1980	3618
0,85590453	0,60293027	4645	1981	3272
0,88364853	0,6310021	5289	1982	3777
0,91052927	0,66206067	5798	1983	4216
0,93557612	0,6962501	5759	1984	4286
0,95766249	0,73359473	6325	1985	4845
0,97563548	0,77393485	6479	1986	5139
0,98857694	0,81686327	6783	1987	5605
0,9962152	0,86170125	9002	1988	7787
0,99937193	0,90759148	9396	1989	8533
0,99998696	0,95378922	9941	1990	9482
1	1	10283	1991	10283

Cap brut 91	172080	Cap net 91	132259
Mfrancs90		Mfrancs 90	

7.2. le cas des routes et voiries locales.

7.2.1. les séries d'investissement.

(i)- Le contexte

La classe 9 de la nomenclature fonctionnelle des collectivités locales permet de construire les comptes de branche des administrations et de ventiler les dépenses par grandes fonctions.

La balance des départements comprend des comptes dont la nomenclature correspond à l'instruction M51 parue en 1963.

Pour ce qui concerne les communes le cadre comptable est défini par l'instruction M11 (obligatoire en 1959) si le nombre d'habitants est de moins de 10000 habitants et par l'instruction M12 si le nombre d'habitants est supérieur à 10000 (appliquée en 1965). Pour les premières l'absence de classe 9 oblige à recourir à des estimations.

Les communautés urbaines créées le 31 Décembre 1966 utilisent le même cadre comptable que les communes de plus de 10000 habitants.

Les établissements régionaux ont été créés en Juillet 1972 avec un cadre comptable proche de celui des départements, transformés en régions le cadre a légèrement changé en 1986.

La nomenclature fonctionnelle a été créée en 1975 et a été très peu modifiée en 1980.

(ii)- les autres sources.

Les autres sources proviennent de la CSIL dont il a été question. Cette source qui a fait l'objet de publications nombreuses au sein de l'OEST est souvent utilisée. Toutefois elle n'est pas reprise pour les comptes définitifs car elle semble sous estimer les dépenses.

Une autre source qui donne des chiffres très proches est celle publiée par le Ministère de l'Intérieur.

(iii)-Les dépenses depuis les années 1953

Les investissements retenus correspondent à la notion de travaux d'amélioration, de modernisation et d'entretien, les immobilisations et immobilisation en cours.

La maîtrise d'ouvrage est le critère retenu ainsi que celui de mandatement.

On peut distinguer dans la série établie principalement à partir des données CCTN trois périodes :

- a) La première va de 1953 à 1965. Sur cette période les données proviennent du Ministère de l'Intérieur mais aussi du Ministère des Finances. les chapitres repris dans les publications de ces Ministères (les " Situations Financières des Départements" par exemple). sont pour les investissements les chapitres de dépenses ordinaires XXVI et pour les dépenses d'entretien des dépenses ordinaires les chapitres V, VI et VII. Les Comptes reprennent ces informations.

Les dépenses des communes présentent plus de difficultés , par exemples la définition des voiries (une ordonnance de 1959 supprime les distinctions voiries urbaines, chemins vicinaux et ruraux qui sont tous à la charge des communes). La Direction de la Comptabilité Publique établissait des situations financières, ainsi sur les dix postes retenus, un concernait les infrastructures , on a estimé à 7% de ce poste ce qui doit être affecté à la voirie. La série proposée a fait l'objet d'une rétropolation à partir des données du Ministère des Finances, il s'agit des dépenses des Communes pour les chemins départementaux et des dépenses des Départements pour les voiries urbaines qui sont ajoutées aux séries de base qui reprennent les dépenses des Départements pour les chemins départementaux et dépenses des Communes pour les voiries urbaines.

l'année 1965 correspond est celle où les instructions alignent les comptabilités sur la Comptabilité Générale.

-b) A partir de 1966, on a mis en place un recensement des investissements qui vise les mêmes chapitres que ceux qui sont actuellement repris dans les comptes des transports de la Nation. Ce recensement reprend les chapitres 901 et 905. Les chapitres 910 qui correspondent aux dépenses pour d'autres maitres d'oeuvre qui sont dites dépenses indirectes.

Ce recensement CSIL (comptabilité spéciale des investissements locaux) qui ventile les informations en NFA (nomenclature fonctionnelle des administrations) à 4 chiffres, donne des informations par région ainsi que des renseignements sur les financements.

Les informations proposées dans les publications des Comptes Transport de la Nation ainsi que les études portant sur cette période proviennent de ce recensements. cette source n'a pas été retenue pour la route de rase campagne malgré son grand intérêt dans le souci d'homogénéiser la série, par contre on a utilisé cette source pour la voirie urbaine .

De 1966 à 1974 ce sont les données de l'INSEE et de la Direction de la Prévision de 1974 à 1978 ce sont des retrapolations établies à partir des dépenses globales qui ont été retenus pour la route.

Pour la voirie urbaine la CSIL a servi de base de 1966 à 1970, ensuite la retriapolation a été retenue jusqu'en 1978.

-c) A partir de 1979 les données s'appuient sur celles des comptes centralisés à la Comptabilité Nationale. On retient les données suivantes:

-901: voirie

-équipement en moyens techniques

-équipement de voiries

-(voirie, ouvrages d'art, parkings)

-autres équipements (que supra et espaces verts, parcs et jardins, éclairage public et signalisation)

-905: transports

fer, routes, air, port, fluvial, liaisons îles, autres

Les opérations retenues sont les suivantes :

p41: travaux d'amélioration, de modernisation et d'entretien couverts par l'emprunt, immobilisation et immobilisation en cours.

p71: terrains

R70: subventions hors Etat en R73 et en R71 participation reçues de l'Etat, recettes liées à des travaux d'équipement

On utilise ensuite une table de passage chapitre/ NFA .

A partir de 1983 on a introduit des modifications dans le calcul des dépenses du Parc des Ponts et Chaussées.

Les séries reconstituées sont présentées dans le tableau ci après.

INVESTISSEMENTS EN MF COURANTS

	voirie		total
	urbaines	routes	
1953	91	197	288
1954	104	217	321
1955	121	226	347
1956	159	244	403
1957	183	252	435
1958	202	302	504
1959	495	305	800
1960	544	444	988
1961	598	503	1101
1962	623	585	1208
1963	731	718	1449
1964	760	725	1485
1965	880	799	1679
1966	1024	1124	2148
1967	1225	1355	2580
1968	1311	1389	2700
1969	1644	1472	3116
1970	1978	1629	3607
1971	2033	1833	3866
1972	2612	1944	4556
1973	3134	2325	5459
1974	3229	3208	6437
1975	3514	4425	7939
1976	4464	4582	9046
1977	3865	5298	9163
1978	3571	5615	9186
1979	4131	6601	10732
1980	4453	7391	11844
1981	4489	8166	12655
1982	6056	9113	15169
1983	6017	9989	16006
1984	6919	9390	16309
1985	8269	10022	18291
1986	8962	11848	20810
1987	9399	13516	22915
1988	11980	14533	26513
1989	11846	15920	27766
1990	12744	19794	32538
1991	13500	23000	36500
1992	13900	24100	38000

1991 et 1992 sont des estimations

7.2.2. l'évaluation du coût du capital.

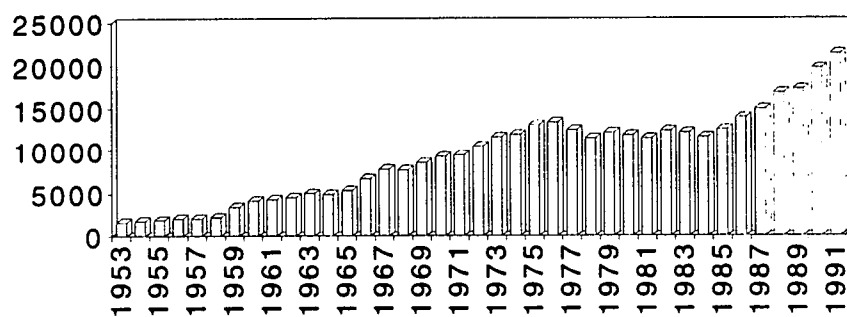
La méthodologie est la même que pour les routes et voiries urbaines nationales.

En l'absence de données concernant la structure technique des ces investissements, nous retiendrons celle du cas précédent.

Les résultats sont présentés dans les tableaux ci après:

(i) évaluation en francs constants 1980.

Investissements routes et voiries locales en MF 80



PRIX DE LA FBCF DES APU

Base 100 en 1980

**CAS DES ROUTES ET VOIRIES
URBAINES LOCALES (H1)**

Années	Coef / F csts 1980	Années	inv. F courants	Inv F constants 1980
1950	823,3			
1951	684,4			
1952	546,2			
1953	552,3	1953	288	1591
1954	552,3	1954	321	1773
1955	537,7	1955	347	1866
1956	516,6	1956	403	2082
1957	475,7	1957	435	2069
1958	440,4	1958	504	2220
1959	424,3	1959	800	3394
1960	419,8	1960	988	4148
1961	394,8	1961	1101	4347
1962	374,7	1962	1208	4526
1963	348,5	1963	1449	5050
1964	329,7	1964	1485	4896
1965	320,7	1965	1679	5385
1966	312,5	1966	2148	6713
1967	301,6	1967	2580	7781
1968	286,3	1968	2700	7730
1969	274,3	1969	3116	8547
1970	256,8	1970	3607	9263
1971	243,3	1971	3866	9406
1972	229,9	1972	4556	10474
1973	212,8	1973	5459	11617
1974	185,2	1974	6437	11921
1975	164,4	1975	7939	13052
1976	147,5	1976	9046	13343
1977	135,6	1977	9163	12425
1978	124,9	1978	9186	11473
1979	113,2	1979	10732	12149
1980	100,0	1980	11844	11844
1981	90,6	1981	12655	11465
1982	81,6	1982	15169	12378
1983	75,7	1983	16006	12117
1984	71,3	1984	16309	11628
1985	68,4	1985	18291	12511
1986	66,8	1986	20810	13901
1987	65,1	1987	22915	14918
1988	63,4	1988	26513	16809
1989	62,1	1989	27766	17243
1990	60,5	1990	32538	19685
1991	58,6	1991	36500	21389

TOTAL

365128

CAS DES ROUTES ET VOIRIES URBAINES LOCALES (H1)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,5099195	0,49239295	811	1953	783
0,51269962	0,49292733	909	1954	874
0,51574696	0,49354408	962	1955	921
0,51909056	0,4942537	1081	1956	1029
0,52276256	0,49506824	1082	1957	1024
0,52679848	0,49600149	1169	1958	1101
0,53123756	0,49706925	1803	1959	1687
0,5361231	0,49828968	2224	1960	2067
0,54150279	0,49968365	2354	1961	2172
0,54742905	0,50127516	2478	1962	2269
0,55395937	0,50309186	2797	1963	2540
0,56115657	0,5051656	2747	1964	2473
0,56908899	0,50753313	3064	1965	2733
0,57783063	0,51023688	3879	1966	3425
0,587461	0,51332585	4571	1967	3994
0,59806481	0,51685664	4623	1968	3995
0,60973126	0,52089466	5211	1969	4452
0,6225528	0,52551549	5767	1970	4868
0,63662324	0,53080633	5988	1971	4993
0,65203486	0,53686776	6830	1972	5623
0,66887426	0,54381547	7770	1973	6317
0,68721659	0,5517822	8193	1974	6578
0,70711754	0,56091957	9229	1975	7321
0,72860256	0,57139976	9722	1976	7624
0,75165275	0,58341662	9339	1977	7249
0,77618656	0,59718591	8905	1978	6852
0,802037	0,61294368	9744	1979	7446
0,82892429	0,63094207	9818	1980	7473
0,85642511	0,65144052	9819	1981	7469
0,88394186	0,67469066	10941	1982	8351
0,91067946	0,70091164	11034	1983	8493
0,93564401	0,73025318	10880	1984	8492
0,95768842	0,76274393	11982	1985	9543
0,97564329	0,79822716	13562	1986	11096
0,98857858	0,83629744	14747	1987	12476
0,99621539	0,87627693	16746	1988	14730
0,99937193	0,9173086	17232	1989	15817
0,99998696	0,95864778	19685	1990	18871
1	1	21389	1991	21389

Cap brut 91	291088	Cap net 91	246611
Mfrancs80		Mfrancs 80	

CAS DES ROUTES ET VOIRIES

URBAINES LOCALES (H2)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,4215914	0,34582116	671	1953	550
0,42983371	0,34803202	762	1954	617
0,43826472	0,35047074	818	1955	654
0,44690122	0,35314936	930	1956	735
0,4557627	0,35608117	943	1957	737
0,46487177	0,3592809	1032	1958	797
0,47425453	0,36276495	1610	1959	1231
0,483941	0,3665517	2007	1960	1520
0,49396558	0,37066182	2147	1961	1611
0,50436748	0,37511868	2283	1962	1698
0,51519122	0,37994877	2602	1963	1919
0,52648702	0,38518227	2578	1964	1886
0,53831123	0,39085372	2899	1965	2105
0,55072662	0,39700267	3697	1966	2665
0,56380246	0,40367467	4387	1967	3141
0,57761451	0,41092216	4465	1968	3176
0,59224448	0,41880574	5062	1969	3580
0,60777918	0,42739544	5630	1970	3959
0,6243088	0,43677227	5872	1971	4108
0,6419244	0,44702987	6724	1972	4682
0,660714	0,45827641	7675	1973	5324
0,68075705	0,47063644	8116	1974	5611
0,70211661	0,48425292	9164	1975	6320
0,72482876	0,49928891	9671	1976	6662
0,74888848	0,51592888	9305	1977	6410
0,77423126	0,53437905	8883	1978	6131
0,80071007	0,55486606	9728	1979	6741
0,82806754	0,57763285	9808	1980	6841
0,85590453	0,60293027	9813	1981	6913
0,88364853	0,6310021	10938	1982	7810
0,91052927	0,66206067	11032	1983	8022
0,93557612	0,6962501	10879	1984	8096
0,95766249	0,73359473	11981	1985	9178
0,97563548	0,77393485	13562	1986	10759
0,98857694	0,81686327	14747	1987	12186
0,9962152	0,86170125	16746	1988	14485
0,99937193	0,90759148	17232	1989	15649
0,99998696	0,95378922	19685	1990	18776
1	1	21389	1991	21389

Cap brut 91 :	287472	Cap net 91	224675
Mfrancs80		Mfrancs 80	

(ii) évaluation en francs constants 1990.

PRIX DE LA FBCF DES APU CAS DES ROUTES ET VOIRIES URBAINES

Base 100 en 1990

Années	Coef / F csts 1990	Années	inv. F courants	Inv F constants 1990
1950	1363,1			
1951	1133,1			
1952	904,3			
1953	914,4	1953	288	2633
1954	914,4	1954	321	2935
1955	890,3	1955	347	3090
1956	855,3	1956	403	3447
1957	787,6	1957	435	3426
1958	729,2	1958	504	3675
1959	702,5	1959	800	5620
1960	695,0	1960	988	6867
1961	653,6	1961	1101	7196
1962	620,4	1962	1208	7494
1963	577,0	1963	1449	8361
1964	545,9	1964	1485	8106
1965	531,0	1965	1679	8916
1966	517,5	1966	2148	11116
1967	499,3	1967	2580	12883
1968	474,0	1968	2700	12797
1969	454,1	1969	3116	14151
1970	425,2	1970	3607	15337
1971	402,4	1971	3866	15558
1972	380,2	1972	4556	17323
1973	351,9	1973	5459	19211
1974	306,3	1974	6437	19716
1975	272,0	1975	7939	21597
1976	244,0	1976	9046	22068
1977	224,1	1977	9163	20536
1978	206,5	1978	9186	18968
1979	187,3	1979	10732	20103
1980	165,4	1980	11844	19590
1981	150,0	1981	12655	18977
1982	134,9	1982	15169	20465
1983	125,3	1983	16006	20056
1984	118,0	1984	16309	19240
1985	113,2	1985	18291	20707
1986	110,6	1986	20810	23008
1987	107,7	1987	22915	24675
1988	104,8	1988	26513	27790
1989	102,7	1989	27766	28525
1990	100,0	1990	32538	32538
1991	96,9	1991	36500	35354

TOTAL:

604056

CAS DES ROUTES ET VOIRIES URBAINES LOCALES (H1)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,5099195	0,49239295	1343	1953	1297
0,51269962	0,49292733	1505	1954	1447
0,51574696	0,49354408	1593	1955	1525
0,51909056	0,4942537	1789	1956	1704
0,52276256	0,49506824	1791	1957	1696
0,52679848	0,49600149	1936	1958	1823
0,53123756	0,49706925	2986	1959	2794
0,5361231	0,49828968	3682	1960	3422
0,54150279	0,49968365	3897	1961	3596
0,54742905	0,50127516	4103	1962	3757
0,55395937	0,50309186	4632	1963	4206
0,56115657	0,5051656	4549	1964	4095
0,56908899	0,50753313	5074	1965	4525
0,57783063	0,51023688	6423	1966	5672
0,587461	0,51332585	7568	1967	6613
0,59806481	0,51685664	7653	1968	6614
0,60973126	0,52089466	8628	1969	7371
0,6225528	0,52551549	9548	1970	8060
0,63662324	0,53080633	9905	1971	8258
0,65203486	0,53686776	11295	1972	9300
0,66887426	0,54381547	12850	1973	10447
0,68721659	0,5517822	13549	1974	10879
0,70711754	0,56091957	15272	1975	12114
0,72860256	0,57139976	16079	1976	12610
0,75165275	0,58341662	15436	1977	11981
0,77618656	0,59718591	14723	1978	11328
0,802037	0,61294368	16123	1979	12322
0,82892429	0,63094207	16239	1980	12360
0,85642511	0,65144052	16252	1981	12362
0,88394186	0,67469066	18089	1982	13807
0,91067946	0,70091164	18265	1983	14057
0,93564401	0,73025318	18002	1984	14050
0,95768842	0,76274393	19831	1985	15794
0,97564329	0,79822716	22447	1986	18365
0,98857858	0,83629744	24394	1987	20636
0,99621539	0,87627693	27685	1988	24352
0,99937193	0,9173086	28507	1989	26166
0,99998696	0,95864778	32538	1990	31192
1	1	35354	1991	35354

Cap brut 91	481533	Cap net 91	407952
Mfrancs90		Mfrancs 90	

CAS DES ROUTES ET VOIRIES URBAINES LOCALES (H2)

Coefficient pour le calcul du capital brut 1991	Coefficient pour le calcul du capital net 1991	Contribution au capital brut 1991	Années	Contribution au capital net 1991
0,4215914	0,34582116	1110	1953	911
0,42983371	0,34803202	1262	1954	1022
0,43826472	0,35047074	1354	1955	1083
0,44690122	0,35314936	1540	1956	1217
0,4557627	0,35608117	1561	1957	1220
0,46487177	0,3592809	1709	1958	1320
0,47425453	0,36276495	2665	1959	2039
0,483941	0,3665517	3323	1960	2517
0,49396558	0,37066182	3555	1961	2667
0,50436748	0,37511868	3780	1962	2811
0,51519122	0,37994877	4308	1963	3177
0,52648702	0,38518227	4268	1964	3122
0,53831123	0,39085372	4800	1965	3485
0,55072662	0,39700267	6122	1966	4413
0,56380246	0,40367467	7263	1967	5200
0,57761451	0,41092216	7392	1968	5259
0,59224448	0,41880574	8381	1969	5927
0,60777918	0,42739544	9321	1970	6555
0,6243088	0,43677227	9713	1971	6795
0,6419244	0,44702987	11120	1972	7744
0,660714	0,45827641	12693	1973	8804
0,68075705	0,47063644	13422	1974	9279
0,70211661	0,48425292	15164	1975	10459
0,72482876	0,49928891	15995	1976	11018
0,74888848	0,51592888	15379	1977	10595
0,77423126	0,53437905	14686	1978	10136
0,80071007	0,55486606	16096	1979	11154
0,82806754	0,57763285	16222	1980	11316
0,85590453	0,60293027	16242	1981	11442
0,88364853	0,6310021	18083	1982	12913
0,91052927	0,66206067	18262	1983	13278
0,93557612	0,6962501	18001	1984	13396
0,95766249	0,73359473	19831	1985	15191
0,97563548	0,77393485	22447	1986	17807
0,98857694	0,81686327	24394	1987	20156
0,9962152	0,86170125	27685	1988	23947
0,99937193	0,90759148	28507	1989	25889
0,99998696	0,95378922	32538	1990	31034
1	1	35354	1991	35354

Cap brut 91	475547	Cap net 91	371652
Mfrancs90		Mfrancs 90	

7.3. le cas de la SNCF.

7.3.1. les séries d'investissement.

La meilleure information était à rechercher à la source, c'est à dire auprès de l'entreprise elle-même. L'équipe qui nous a reçus a effectué elle-même un important travail de recherche dans ses archives budgétaires, aboutissant à la réalisation d'un tableau dont les colonnes concernant les seules infrastructures sont reproduites dans le premier des tableaux suivants.

Ici encore, bien que les séries débutent à l'immédiat après-guerre, elles ne sont pas assez longues pour remonter à l'époque de la création des chemins de fer et permettre une évaluation de l'ensemble du capital investi dans les infrastructures ferroviaires françaises (en fait une évaluation effectuée par la SNCF de son patrimoine en utilisant la méthode du coût de renouvellement aboutit à une valeur de l'ordre de 850 milliards de F90 pour ses infrastructures et 150 milliards pour son matériel). Nous avons néanmoins choisi de nous livrer à un exercice d'évaluation de la part de ce capital investi depuis la fin de la seconde guerre mondiale, afin de disposer d'une autre application - même partielle - de la méthode décrite précédemment.

Le tableau ci après présente les séries d'investissement. Nous distinguerons en fait les investissements TGV (séries 1975-1991) et les investissements du réseau classique : principal et banlieue (séries 1946-1991, exploitables qu'à partir de 1950 faute de déflateur des prix FBCF pour les évaluer en francs constants).

7.3.2. l'évaluation du coût du capital.

7.3.2.1. le cas des investissements TGV.

-(i) évaluation des durées de vie des parcs d'infrastructures retenus :

La structure technique courante des infrastructures TGV est la suivante:

terrassements	: 35%
clôtures	: 1%
ouvrages d'art	: 25%
voies, ballast, signalisation	: 28%
electricité, électronique,	

installations terminales : 13%

On a considéré deux classes de parcs d'investissements à partir de l'analyse des durées de vie.

parc 1 : les investissements << génie civil >>:

- terrassements : 80 ans
- ouvrages d'art : 80 ans
- installations terminales : 50 ans

soit une durée de vie moyenne 75 ans pour 71 % des investissements TGV.

parc 2 : les investissements <<équipements>> :

- clôtures : 20 ans
- voies, ballast, électrification : 25 ans

soit une durée de vie moyenne de 25 ans pour 29 % des investissements TGV.

-(ii) détermination des paramètres des lois de mortalité retenues:

71 % des investissements ont une durée de vie représentée par une variable aléatoire suivant une loi log-normale de moyenne 75 ans et dont l'écart -type de la loi normale associée est de 0,6 et la médiane égale à $75 / e^{(0,6)^2/2}$ soit 63 ans .Les valeurs de t_m et t_M sont respectivement de 19 ans et 209 ans. Elles indiquent les limites pour lesquelles 95 % des infrastructures ont une durée de vie comprises entre celles ci. (cf.paragraphe 5.5.).

29% des investissements ont une durée de vie représentée par une variable aléatoire suivant une loi log-normale de moyenne 25 ans et dont l'écart type de la loi normale associée est de 0,6 et de médiane $25 / e^{(0,6)^2/2}$ soit 21 ans.Les valeurs de t_m et t_M sont de 6 et 69 ans.

-(iii) les résultats sont présentés dans les tableaux ci après:

évaluation en francs constants 1980.

INVESTISSEMENTS D'INFRASTRUCTURES DE LA SNCF

(Millions de Francs courants)

Années	RESEAU PRINCIPAL						BANLIEUE		
	TOTAL	TOTAL RP	IF	GOP	LN	MO	TOTAL BI	IF	MO
1946	261	34	33			1	227	214	13
1947	368	99	95			4	269	250	19
1948	319	172	166			6	147	130	17
1949	356	205	196			9	151	134	17
1950	285	187	180			7	98	88	10
1951	216	144	136			8	72	67	5
1952	220	130	123			7	90	87	3
1953	287	189	182			7	98	95	3
1954	316	236	226			10	80	80	
1955	439	328	318			10	111	111	
1956	485	374	364			10	111	111	
1957	449	366	356			10	83	83	
1958	542	467	453			14	75	75	
1959	567	478	468			10	89	89	
1960	608	528	517			11	80	80	
1961	565	487	468			19	78	78	
1962	710	638	617			21	72	72	
1963	767	719	695			24	48	48	
1964	797	759	730			29	38	38	
1965	714	690	658			32	24	24	
1966	706	687	660			27	19	19	
1967	793	780	751			29	13	13	
1968	687	687	661			26	0		
1969	672	672	645			27	0		
1970	606	554	522			32	52	52	
1971	638	586	543			43	52	51	1
1972	769	655	612			43	114	110	4
1973	945	754	687			67	191	187	4
1974	1511	1143	1059			84	368	363	5
1975	1814	1349	1263		8	78	465	464	1
1976	2192	1564	1385		85	94	628	613	15
1977	2529	1818	1600		130	88	711	687	24
1978	3388	2534	1770		646	118	854	833	21
1979	3710	2858	1882		860	116	852	825	27
1980	5596	4864	2230	1297	1215	122	732	686	46
1981	6664	6071	2588	1434	1913	136	593	554	39
1982	6921	6261	3387	1697	979	198	660	640	20
1983	6946	6187	3703	1681	591	212	759	724	35
1984	6622	5860	3656	1770	193	241	762	724	38
1985	6889	6326	3410	1744	906	266	563	559	4
1986	8918	8045	3882	1632	2228	303	873	839	34
1987	9061	8056	3360	1575	2805	316	1005	979	26
1988	8869	8157	3437	1560	2817	343	712	675	37
1989	9316	8797	4128	1583	2668	418	519	486	33
1990	13503	12626	3732	1624	6816	454	877	831	46
1991	16 496	15 606	5 638		9 483	485	8 20	8 25	65
1992	15 215	14 234	5 562		8 335	397	10 21	9 68	53

IF : Installations fixes

GOP : Grandes opérations périodiques d'entretien de la voie (disponibles à partir de 1980)

LN : Lignes nouvelles

MO : Mobilier, outillage

NB 1 : Données reconstituées pour la banlieue parisienne avant 1969

NB 2 : Pas de données disponibles sur les GOP avant 1980

Source : S.N.C.F.