Statistics Canada
Investment and Capital Stock Division
National Wealth and Capital Stock Section

Statistique Canada
Division de l'investissement et du stock de capital
Section de la richesse nationale et du stock de capital

Investment Flows and Capital Stocks

Methodology

Flux d'investissement et stocks de capital

Méthodologie

Statistics Canada
Investment and Capital Stock Division

For further information:
Richard Landry,
Phone no: (613) 951-2579
Fax: (613) 951-3153
E-mail: landric@statcan.ca

Statistique Canada
Division de l'investissement et du stock de capital

Pour plus de renseignements :
Richard Landry,
Téléphone : (613) 951-2579
Télécopieur : (613) 951-3153
Courriel : landric@statcan.ca

Table of contents

INTRODUCTION……...3

METHODOLOGY PART 1: INDUSTRY BY COMPONENT MEASURES……...……..3

i) Inputs to the perpetual inventory method…… 4

Capital and Repair Expenditures Survey……..……4

Investment Flows……...5
Service Lives……..5
Price Indexes……..5
ii) Capital Stock measures……...…….10
Gross stocks and retirements……..…….……10

Linear and hyperbolic depreciation and net stocks…..13
Geometric depreciation and net stocks……....22
Valuation…..……23

METHODOLOGY PART 2: DETAILED TYPE OF ASSET MEASURES……25

Investment flows by type of asset……...….26

Price indexes for type of asset series……...…27
Service lives for type of asset……..28

BIBLIOGRAPHY……..30

Table des matières

INTRODUCTION……...3

MÉTHODE -- PARTIE 1: MEASURES PAR BRANCHE D'ACTIVITÉ SELON LA COMPOSANTE…….……...……..3

i) Données d'entrées de la méthode de l'inventaire permanent…… 4
Enquête sue les dépenses en immobilisations et en réparations……...……..4
Flux d'investissement….……...5
Durées de vie……..5
Indices des prix……..5
ii) Mesures du stock de capital.……...…….10
Stock brut et mises hors services…….……...…….10
Amortissement linéaire ou hyperbolique et stock net……...…..13
Amortissement géometrique et stock net….……22
Évaluation…...…….23

MÉTHODE -- PARTIE 2: MESURES PAR CATÉGORIE DÉTAILLÉE D'ACTIF..……25

Flux d'investissement par catégorie d'actifs……...….26
Indices des prix pour les séries par catégorie d'actif……...27
Durées de vie par catégorie d'actifs.…… ……..28

BIBLIOGRAPHIE..……..30

Introduction

Capital stocks are reproducible tangible assets that are used as factors of production in combination with other factor inputs such as labour, energy and other natural resources or materials. The stock of capital consists of building construction (such as plants and offices), engineering construction (such as roads and dams) and machinery and equipment used in the production process. These are distinguished from non-reproducible assets such as land, mineral deposits and natural resources, which are not produced but are directly incorporated in the production of other commodities.

Statistics Canada has been producing measures of gross and net capital stock by industry for broad categories of assets (machinery and equipment, building construction and engineering construction) for many years. These categories of assets are referred to as "components" in the capital stock measures. More recently, the department has developed series of capital stock at a much finer level of asset detail. The description of the methodology used in the calculation of the capital stock measures is therefore divided into two parts. The first part deals with the estimation of the industry by component measures and the second covers the estimation of stocks by type of asset.

Methodology part 1: Industry by component measures

Although capital stocks can be measured in a variety of ways such as surveys of physical stock or book values, the method most widely used by international statistical agencies including Statistics Canada is the perpetual inventory method (PIM). The PIM is generally favoured because it is a very flexible way to develop time series of capital stocks. The essence of the method is to add each year's gross investment (gross fixed capital formation) to the capital stock of the previous year. The PIM requires information on the value of investment, price indexes for capital goods, service lives, and methods of depreciation.

Introduction

Le stock de capital est constitué d'actifs corporels reproductibles qui servent de facteurs de production en combinaison avec d'autres, tels que le travail, l'énergie et d'autres ressources naturelles ou des matières. Le stock de capital comprend les bâtiments (comme les usines et les immeubles à bureaux), les travaux de génie (comme les routes et les barrages) et les machines et le matériel utilisés dans le processus de production. On les distingue des actifs non reproductibles, comme les terres, les gisements minéraux et les ressources naturelles, qui ne sont pas produits, mais sont incorporés directement à la production des autres biens.

Statistique Canada a produit des mesures des stocks brut et net de capital selon la branche d'activité pour des grandes catégories d'actifs (machines et matériel, construction de bâtiments et travaux de génie) pendant de nombreuses années. Ces catégories d'actifs sont appelées « composantes » dans les mesures du stock de capital. Plus récemment, le Bureau a mis au point des séries de données sur le stock de capital à un niveau de détail beaucoup plus fin concernant les actifs. La description de la méthode utilisée pour le calcul des mesures du stock de capital est par conséquent divisée en deux parties. La première traite de l'estimation des mesures par branche d'activité selon la composante et la deuxième, de l'estimation du stock selon la catégorie d'actifs.

Méthode — Partie 1 : Mesures par branche d'activité selon la composante

Il est possible de mesurer le stock de capital par branche d'activité par divers moyens, comme le relevé des stocks matériels ou des valeurs comptables, mais la méthode utilisée le plus fréquemment par les organismes statistiques internationaux, y compris Statistique Canada, est celle de l'inventaire permanent (MIP). La MIP est généralement la méthode de choix, parce qu'elle représente un moyen souple de produire des séries chronologiques sur le stock de capital. Elle consiste essentiellement à ajouter, chaque année, l'investissement brut (formation brute de capital fixe) au stock de capital de l'année précédente. La MIP nécessite des renseignements sur la valeur de l'investissement, les indices des prix des biens d'équipement, les durées de vie et les méthodes d'amortissement.

i) Inputs to the perpetual inventory method

Capital and Repair Expenditures Survey

Statistics Canada collects much of the annual data required by the PIM via the Capital and Repair Expenditures Survey (CES), specifically:

- capital expenditures i.e. spending for the acquisition of new assets and the renovation, retrofit, refurbishing, overhauling, and rehabilitation of existing assets
- the expected useful service lives of the assets being acquired
- the original cost and age of assets that are being discarded, retired or destroyed
- sales and purchases of used assets
- the value of work in progress at yearend

The 1987 questionnaire also included a question asking respondents to report the total value of their fixed assets i.e. the cost of accumulated capital (gross book value) and accumulated depreciation. This question was used to establish benchmarks to assess the validity of the capital stock estimates produced via the PIM. The questionnaire has also been used to ask respondents to give reasons for their capital acquisitions and discards.

The survey collects four sets of capital expenditures for any given year. The first set of measures for year *t* is collected via the intentions survey conducted late in year *t-1* and early year *t*. Respondents are asked to report what capital expenditures they intend to make in year *t*. About six months later, they are asked to report their revised intentions for year *t*. The next survey, conducted late in year *t* and early year *t+1*, asks respondents to report their preliminary actual expenditures for year *t*. Finally, in a survey conducted over the latter part of year *t+1*, respondents are asked to report their actual expenditures for year *t*.

i) Données d'entrées de la méthode de l'inventaire permanent

Enquête sur les dépenses en immobilisations et en réparations

Statistique Canada recueille la plupart des données annuelles requises pour appliquer la MIP grâce à l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et en réparations (EDIR), notamment :

- les dépenses en immobilisations, c'est-à-dire les dépenses en vue d'acquérir de nouveaux actifs et en vue de rénover, réfectionner, remettre à neuf, réviser et restaurer les actifs existants;
- la durée de vie utile des actifs acquis;
- la valeur d'origine et l'âge des actifs mis hors service ou détruits;
- les ventes et achats de biens d'occasion;
- la valeur des travaux en cours à la fin de l'année.

Dans le questionnaire de 1987, on demandait aussi aux répondants de déclarer la valeur totale de leurs immobilisations, c'est-à-dire le coût du capital accumulé (valeur comptable brute) et l'amortissement cumulé. Cette question a été utilisée pour établir des données repères pour évaluer la validité des estimations du stock de capital produites par la MIP. On a également demandé aux répondants d'indiquer les raisons de leurs acquisitions et mises hors service de biens d'équipement.

L'enquête permet de recueillir des données sur quatre ensembles de dépenses en immobilisations pour une année particulière. Le premier ensemble de mesures pour l'année *t* est recueilli grâce à l'Enquête sur les intentions réalisées à la fin de l'année *t-1* et au début de l'année *t*. On demande aux répondants d'indiquer les dépenses en immobilisations qu'ils prévoient faire durant l'année *t*. Environ six mois plus tard, on leur demande d'indiquer leurs intentions révisées pour l'année *t*. Lors de l'enquête suivante, réalisée à la fin de l'année *t* et au début de l'année *t+1*, on leur demande de déclarer leurs dépenses réelles provisoires pour l'année *t*. Enfin, lors d'une enquête réalisée au cours de la dernière partie de l'année *t+1*, on leur demande de déclarer leurs dépenses réelles pour l'année *t*.

Investment flows

The CES questionnaire collects a wealth of detail on capital expenditures. Respondents are asked to classify their expenditures according to over 50 types of machinery and equipment assets and over 90 types of construction assets. There is also broad industry coverage as firms are classified to over 200 NAICS[1] industries.

Service lives

The information on service lives and the age-price profiles of discarded assets gathered by the CES were used to establish estimated mean service lives. These survey-based service lives, introduced in the 1987 data year, are generally shorter than the assumed service lives that had been in use in the calculation of the capital stock estimates prior to the availability of the survey-based lives. Periodic re-evaluation of the survey-based lives has revealed that they are stable at their current levels. They are comparable with the lives used by most other OECD countries and better reflect the changing composition of investment. A geometric interpolation was used to introduce the surveyed lives over the years prior to 1987. For a detailed description of the technique used to introduce the surveyed lives, please refer to Technical Box 1.

Price indexes

This section describes the methodology to create the price indexes used to deflate the capital expenditure data. The most recent year's investment data is based on a survey of respondents' intentions and is available well before the year is completed. Consequently, the corresponding annual data to create price indexes for this latest year are not available. Once the steps described below have been completed, the price index value for the most recent (intentions) year are estimated. The difference between the last two terms of a four-term moving average of the series is added to the final term in the series (the preliminary actual) to derive the index for the intentions year.

Flux d'investissement

Le questionnaire de l'EDIR permet de recueillir une foule de renseignements sur les dépenses en immobilisations. On demande aux répondants de classer leurs dépenses en fonction de plus de 50 catégories de machines et matériel et plus de 90 catégories de biens de construction. En outre, la couverture des branches d'activité est étendue, puisque les entreprises sont classées en fonction de plus de 200 classes du SCIAN[1].

Durées de vie

On s'est servi des renseignements sur les durées de vie et les profils âge-prix des actifs mis hors service recueillis grâce à l'EDIR pour estimer des durées de vie moyennes. Ces durées de vie basées sur des données d'enquête, introduites à compter de l'année de référence 1987, sont généralement plus courtes que les durées de vie hypothétiques qui ont été utilisées pour le calcul des estimations du stock de capital avant que des données d'enquête soient disponibles. L'évaluation périodique des durées de vie basées sur les données d'enquête a montré qu'elles sont stables aux niveaux courants. Elles se comparent aux durées de vie utilisées par la plupart des autres pays de l'OCDE et traduisent mieux la composition changeante des investissements. Une interpolation géométrique a permis de les introduire pour les années antérieures à 1987. Pour une description détaillée de la méthode suivie pour introduire les mesures de la durée de vie basées sur des données d'enquête, consulter l'Encadré technique 1.

Indices des prix

La présente section traite de la méthode suivie pour créer les indices des prix appliqués pour exprimer en prix constants les données sur les dépenses en immobilisations. Les données sur l'investissement pour l'année la plus récente, qui sont tirées d'une enquête sur les intentions des répondants, sont disponibles bien avant la fin de l'année, à un moment où les données annuelles correspondantes nécessaires pour créer les indices des prix pour cette années la plus récente ne sont pas encore disponibles. Une fois que les étapes décrites plus loin sont achevées, on peut estimer la valeur de l'indice des prix pour l'année la plus récente (intention). On ajoute la différence entre les deux derniers termes d'une moyenne mobile sur quatre termes de la série au terme final de cette série (valeur provisoire réelle) pour calculer l'indice pour les intentions de l'année.

[1] The industry classification system used is NAICS: the North American Industry Classification System, Canada 1997.

[1] Le système de classification des branches d'activité utilisé est le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), Canada, 1997.

Technical box 1

Transition from old to new service lives

Prior to the availability of survey-based service lives, the assumed mean service lives used in the calculation of the capital stock estimates were based on administrative sources such as the Canadian Department of Trade and Commerce and the U.S. Treasury Department Internal Revenue Service (e.g., the 1942 revision to *Bulletin "F" Tables of Useful Lives of Depreciable Property*). In the absence of better information, these estimated service lives were assumed to be fixed over the whole period covered by the stock measures. Beginning with the 1987 data year, new service lives were estimated based on the expected lives reported on the Survey of Capital and Repair Expenditures. These lives proved to be considerably shorter than those used previously in the calculation of the capital stock, but were generally in line with lives being used by other OECD countries. It was evident that the lives of capital assets had been contracting over time. The problem then was to decide at what point the reduction in lives had begun and how to incorporate the transition from the old, fixed lives to the new, survey-based lives.

When a new capital asset is initially purchased, the service life associated with it is merely an expected life. The actual service life of the asset is the age at which the asset ceases to exist and hence can only be determined when the asset is discarded. The assumption adopted for the introduction of the new life estimates was that discard ages had begun to fall during the post-war recovery period; the starting year chosen was 1947. To determine the historical date when the assumed service lives began to fall, it was necessary to subtract the old service life from 1947 for the various types of assets.

For example, suppose an asset had an old assumed service of 30 years and was found to have a new, survey-based life of 15 years. An asset of this type being discarded in 1947 would have been acquired in 1917. Hence the mean service life associated with investment in this asset in 1917 would be 30 years. Under the assumption of shortening service lives, investment in the same asset in 1918 would have a mean service life of less than 30 years. This process of shortening continued progressively until 1987 when the life would have fallen to 15 years. Similarly, the corresponding discard age began to fall progressively from 30 years in 1947 until it also reached 15 years in 2002 (1987 plus the new life).

Encadré technique 1

Passage des anciennes aux nouvelles estimations de la durée de vie

Avant que l'on ne dispose d'estimations de la durée de vie basées sur des données d'enquête, les durées de vie moyennes hypothétiques utilisées dans le calcul des estimations du stock de capital étaient fondées sur des données de source administrative, comme le ministère canadien du Commerce et le U.S. Treasury Department Internal Revenue Service (par exemple, la révision de 1942 des *Bulletin "F" Tables of Useful Lives of Depreciable Property*). Faute de meilleures données, on supposait que ces durées de vie estimées étaient constantes sur l'ensemble de la période couverte par les mesures du stock de capital. À compter de l'année de référence 1987, on a produit des nouvelles estimations de la durée de vie fondées sur les durées de vie prévues déclarées en réponse à l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et en réparations. Ces nouvelles estimations se sont avérées nettement inférieures à celles utilisées antérieurement pour le calcul du stock de capital, mais, en général, se rapprochaient beaucoup plus des durées de vie moyennes utilisées par les autres pays membres de l'OCDE. Il était évident que les durées de vie des biens d'équipement avaient diminué au cours du temps. Le problème consistait donc à décider à quel point dans le temps la réduction des durées de vie avait commencé et de quelle façon intégrer la transition des anciennes estimations, fixes, des durées de vie aux nouvelles, basées sur des données d'enquête.

Au moment de l'achat d'un nouveau bien d'équipement, la durée de vie qu'on lui associe est simplement une durée de vie prévue. La durée de vie réelle du bien est l'âge auquel il cesse d'exister et, par conséquent, ne peut être déterminée que lorsqu'il est mis hors service. On a supposé, pour introduire les nouvelles estimations de la durée de vie, que l'âge au moment de la mise hors service avait commencé à diminuer durant la période de relance de l'après-guerre et on a choisi 1947 comme année de départ. Pour déterminer la date historique à laquelle les durées de vie hypothétique ont commencé à diminuer, il a fallu soustraire l'ancienne estimation de la durée de vie à partir de 1947 pour les diverses catégories d'actifs.

Par exemple, supposons que l'on obtienne, pour un actif dont l'ancienne estimation de la durée de vie était de 30 ans, une nouvelle estimation basée sur des données d'enquête de 15 ans. Un actif de ce type mis hors service en 1947 aurait été acheté en 1917. Donc, la durée moyenne de vie associée à l'investissement dans un actif en 1917 serait de 30 années. Sous l'hypothèse de raccourcissement de la durée de vie, l'investissement dans le même actif en 1918 aurait une durée de vie moyenne inférieure à 30 années. Ce raccourcissement s'est poursuivi progressivement jusqu'à 1987, année où la durée de vie serait tombée à 15 années. Pareillement, l'âge correspondant à la mise hors service a commencé à diminuer progressivement, de 30 ans en 1947 jusqu'à ce qu'il ait atteint 15 années en 2002 (1987 plus la nouvelle durée de vie).

Since there was no strong evidence about rate of reduction of the lives, it was decided to adopt what seemed the most neutral assumption, namely, that the lives had fallen by a constant annual percentage (i.e., at a geometric rate). This geometric rate is

$$R = \left[\frac{NL}{OL}\right]^{\frac{1}{A}} - 1$$

where A is 1987 – T_0 or, since T_0 is 1947 – OL, A is OL + 40.

Using the previous example where OL is 30 years and NL is 15, then

$$R = \left[\frac{15}{30}\right]^{\frac{1}{70}} - 1$$
$$= -0.00985$$

or -0.985 % per year.

Comme on ne disposait d'aucune donnée probante quant au taux de réduction des durées de vie, il a été décidé d'adopter l'hypothèse qui paraissait la plus neutre, à savoir que les durées de vie avaient diminué d'un pourcentage annuel constant (c'est-à-dire à un taux géométrique). Ce taux géométrique est

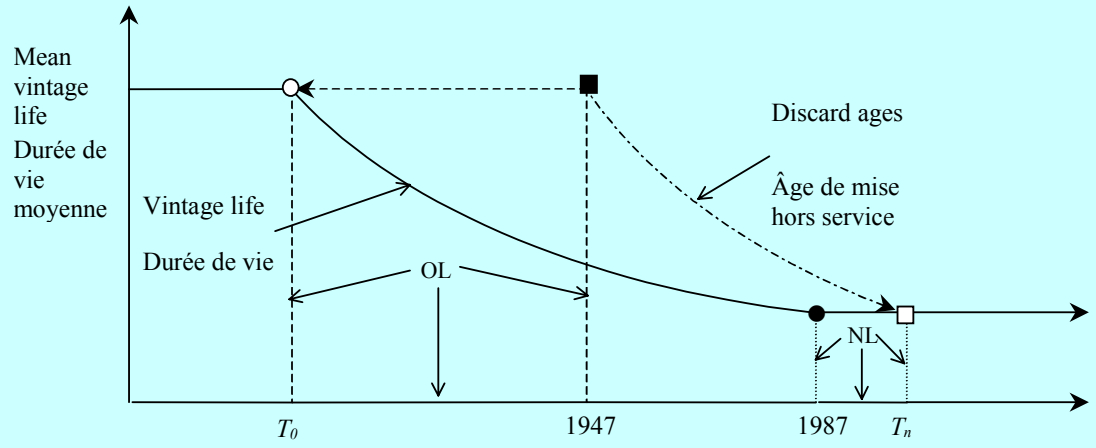
$$R = \left[\frac{NL}{OL}\right]^{\frac{1}{A}} - 1$$

où A correspond à 1987 – T_0 ou, puisque T_0 correspond à 1947 - OL, A est égal à OL + 40.

Si nous reprenons l'exemple antérieur où OL est égal à 30 années et NL, à 15 années, alors

$$R = \left[\frac{15}{30}\right]^{\frac{1}{70}} - 1$$
$$= -0.00985$$

ou –0,985 % par année.



Machinery and equipment

The investment flows used to calculate stocks of machinery and equipment assets are deflated with Paasche type price indexes.

The commodity and industry weights were taken from Statistics Canada's input-output model[2] for the period 1961 to the latest year for which they are available. Except for computers and software, the industry deflators for gross fixed capital formation are based on Prices Division's machinery and equipment by commodity price indexes. Using information from the Income and Expenditure Accounts Division, these national industry deflators are converted to a set of provincial deflators that reflect the impact of the different provincial sales taxes. The price indexes used for computers and software are taken from the System of National Accounts.

Because the input-output model data begin only in 1961, current-period weighting could not be used for the prior years. The indexes for the years 1871 to 1960 were chained with those after 1960 using the average of the ratios of the fixed- to current-price indexes for the years 1961 to 1963. Three years were used rather than one in order to ensure that all types of machinery and equipment were covered in the ratio since there might not be complete coverage of all types of machinery and equipment in any one year.

Since the most recent data available from the input-output model lag three years behind the most current year for capital formation, the price indexes for the year of the most recent actual expenditures and the following year (preliminary-actual) are calculated using input-output data for the latest available year. Some annual adjustments, provided by the Income and Expenditure Accounts, are made to these estimated weights to capture the particularly strong weight shifts of some high-technology commodities. These estimated weights are replaced annually with updated weights from the input-output model.

Machines et matériel

Les flux d'investissement utilisés pour calculer les stocks de machines et de matériel sont exprimés en prix constants à l'aide d'indices des prix de Paasche.

Les poids appliqués aux produits et aux branches d'activité sont tirés du modèle d'entrées-sorties de Statistique Canada[2] pour la période allant de 1961 à l'année la plus récente pour laquelle on connaît ces poids. Sauf pour les ordinateurs et les logiciels, les indices d'ajustement de la formation brute de capital fixe des branches d'activité sont basés sur les indices des prix des machines et du matériel par produit fourni par la Division des prix. Grâce à des données produites par la Division des comptes des revenus et des dépenses, ces indices nationaux d'ajustement par branches d'activité sont convertis en un ensemble d'indices d'ajustement provinciaux qui reflètent l'effet des différentes taxes de vente provinciales. Les indices des prix utilisés pour les ordinateurs et les logiciels sont tirés du Système de comptabilité nationale.

Comme la série de données du modèle d'entrées-sorties ne commence qu'en 1961, on n'a pu appliquer les poids de la période courante aux années antérieures. Les indices pour les années 1871 à 1960 ont été enchaînés à ceux des années suivantes par calcul de la moyenne des rapports entre l'indice des prix constants et l'indice des prix courants pour les années 1961 à 1963. On a utilisé trois années plutôt qu'une afin que toutes les catégories de machines et de matériel soient représentées dans les rapports, puisque une seule de ces années peut ne pas suffire pour englober toutes ces catégories.

Comme il y a décalage de trois ans entre les données du modèle d'entrées-sorties les plus récentes et la dernière année pour laquelle on dispose de données sur la formation du capital, les indices des prix pour l'année où ont eu lieu les dépenses réelles les plus récentes et pour l'année suivante (données réelles provisoires) sont calculés au moyen des données d'entrées-sorties les plus récentes. Certains rajustements annuels, fournis par la Division des comptes des revenus et des dépenses, sont apportés à ces poids estimatifs pour tenir compte des variations particulièrement prononcées des poids pour certains produits de haute technologie. Ces poids estimatifs sont remplacés annuellement par les poids mis à jour d'après les données du modèle d'entrées-sorties.

[2] This model is explained in Statistics Canada "The Input-output Structure of the Canadian Economy", Catalogue no. 15-201.

[2] Ce modèle est expliqué dans la publication intitulée *La structure par entrées-sorties de l'économie canadienne*, nº 15-201 au catalogue.

Building construction

Prior to 1971, the structure-type deflators are weighted averages of the price indexes for construction inputs such as labour, concrete, steel, architectural services, and contractor's profits. The weights were calculated from the average quantities of each input used in the various types of structures.

For 1971 to 1980, the indexes used (some of them at the provincial level or lower) were provided by Prices Division and were based on the selling prices of buildings. The national level industry indexes are weighted averages of the structure type prices indexes using fixed weights. The weights were based on a four-year average of the capital expenditures on the different types of buildings by industry. From 1981 on, current-period weights[3] are applied to the structure type price indexes.

Engineering construction

The price indexes up to 1971 are weighted averages of the construction input price indexes calculated in the same way as those for building construction. In 1971, price indexes based on selling prices were introduced for some types of engineering construction, highways being the major example; otherwise they continued to be calculated using input prices until 1980. From 1981 on, only selling price indexes are used. As with the building construction price indexes, current weights are used from 1981 on. The price indexes used are provided by the System of National Accounts.

Construction de bâtiments

Pour les années antérieures à 1971, les indices d'ajustement par catégorie de bâtiments correspondent à des moyennes pondérées des indices des prix pour les entrées de la construction, comme la main-d'œuvre, le béton, l'acier, les services d'architecte et les bénéfices des entrepreneurs. Les poids sont calculés d'après les quantités moyennes de chaque entrée utilisée dans les diverses catégories de bâtiments.

Pour la période allant de 1971 à 1980, les indices (certains au niveau provincial ou local), qui ont été fournis par la Division des prix, sont fondés sur les prix de vente des bâtiments. Les indices nationaux par branche d'activité correspondent aux moyennes pondérées des indices des prix par catégorie de bâtiments calculés en appliquant des poids fixes. Ceux-ci ont été établis d'après une moyenne sur quatre ans des dépenses en immobilisations au titre des diverses catégories de bâtiments par branche d'activité. Pour la période allant de 1981 à l'année courante, on applique les poids calculés pour la période courante[3] aux indices des prix par catégorie de bâtiments.

Travaux de génie

Pour les années antérieures à 1971, les indices des prix sont des moyennes pondérées des indices des prix des entrées dans la construction calculés de la même façon que pour la construction de bâtiments. En 1971, Statistique Canada a introduit des indices des prix basés sur les prix de vente pour certaines catégories de travaux de génie, notamment la construction de routes; dans les autres cas, les indices ont continué d'être calculés d'après le prix des entrées jusqu'à 1980. Pour la période allant de 1981 jusqu'à l'année courante, seuls les indices fondés sur les prix de vente ont été utilisés. Comme pour les indices des prix de la construction de bâtiments, on a utilisé les poids courants à compter de 1981. Les indices des prix utilisés sont fournis par la Division du système de comptabilité nationale.

[3] For 1971 to 1991, the capital expenditure information used to derive the weights for both the building and the engineering construction indexes came from the discontinued Statistics Canada publication "Construction in Canada", Catalogue no. 64-201, and for the later years it can be found in "Capital Expenditures by Type of Asset", Catalogue no. 61-223.

[3] Pour la période allant de 1971 à 1991, les données sur les dépenses en immobilisations utilisées pour calculer les poids pour l'établissement des indices pour la construction de bâtiments et les travaux de génie proviennent de la publication de Statistique Canada intitulée *La construction au Canada*, n° 64-201 au catalogue qui ne paraît plus et, pour les années ultérieures, elles sont tirées de la publication intitulée *Dépenses en immobilisations par type d'actif*, n° 61-223 au catalogue.

ii) Capital stock measures

Thanks to the flexibility of the perpetual inventory method for calculating capital stock, different measures can be produced depending on the assumptions applied with regard to patterns of retirements, rates and forms of depreciation, service lives of assets and so on. Some measures are more suited to certain types of analysis than others. Statistics Canada produces several different types of capital stock estimates including gross stock and two related net measures, one using the linear form of depreciation and the other using the hyperbolic form of depreciation, as well as net capital stock using the infinite geometric form of depreciation.

Gross stocks and retirements

The gross stock is an accumulation of past gross investment with yearly deductions (called retirements or discards) of the value of assets which cease to exist in that year. Thus this measure of the capital stock assumes that the efficiency of the capital asset remains the same over its entire service life. The gross stock concept is meant to reflect the *replacement cost* of fixed assets. The replacement cost is the amount that would be required to replace all the existing assets with comparable new assets in any given year.

The retirement pattern is a bell-shaped distribution that has been truncated so that all retirements occur between 50% and 150% of mean useful life. For more specific information, please see Technical box 2. The asset lives used are derived from the Capital and Repair Expenditures Survey.

ii) Mesures du stock de capital

Grâce à la souplesse de la méthode de l'inventaire permanent utilisée pour calculer le stock de capital, il est possible de produire diverses mesures selon les hypothèses que l'on émet quant aux courbes de mise hors service, aux taux et aux modèles d'amortissement, aux durées de vie des actifs, et ainsi de suite. Certaines mesures conviennent mieux que d'autres à certains types d'analyse. Statistique Canada produit plusieurs estimations du stock du capital, y compris une estimation du stock brut et deux estimations nettes connexes, l'une basée sur l'amortissement linéaire et l'autre, sur l'amortissement hyperbolique, ainsi qu'une estimation du stock net de capital fondée sur la méthode géométrique d'amortissement.

Stock brut et mises hors service

Le stock brut est égal à l'accumulation des investissements bruts passés dont on déduit annuellement la valeur des actifs qui cessent d'exister cette année-là (mises hors service). Donc, cette mesure du stock de capital se fonde sur l'hypothèse que l'efficacité de l'actif reste constante durant toute sa durée de vie. Le concept des stocks bruts vise à refléter le *coût de remplacement* des actifs corporels. Le coût de remplacement est le montant qui serait nécessaire, une année particulière, pour remplacer tous les actifs existants par de nouveaux actifs comparables.

La courbe de mise hors service est une distribution en forme de cloche tronquée de sorte que toutes les mises hors service surviennent à un moment compris entre 50 % et 150 % de la durée de vie moyenne. Pour des renseignements plus précis, consulter l'Encadré technique 2. Les valeurs des durées de vie des actifs sont tirées de l'Enquête sur les dépenses en immobilisations et en réparations.

Technical box 2

Service Life

The actual service life of an asset is a random variable reflecting quality differences, maintenance schedules, etc. These actual service lives are assumed to be normally distributed around the average service life, $\overline{L}$, with a standard deviation of $\overline{L}/4$. The distribution of the service lives can be represented by the standard normal distribution $s = \overline{L}/4$ where

$$P(L) = \left[\left(\frac{1}{s}\right)(2\pi)^{-\frac{1}{2}}\right] \times EXP\left[\left(-\frac{1}{2}\right)\left(\frac{(L-\overline{L})}{s}\right)^2\right]$$

One property of the normal distribution is related to its infinite nature. Without adjustment, the distribution would yield cases where assets were discarded prior to their purchase or cases where assets had unrealistically long services lives. In order to eliminate these extremes, a restriction is imposed to limit the values of the actual service lives to a reasonable range around $\overline{L}$. For the sake of these measures, the range chosen was $50\%\overline{L}$ to $150\%\overline{L}$.

Encadré technique 2

Durée de vie

La durée de vie réelle d'un actif est une variable aléatoire qui reflète les différences de qualité, les calendriers d'entretien, etc. On suppose que les durées de vie réelles sont distribuées normalement autour de la durée de vie moyenne, $\overline{L}$, avec un écart-type de $\overline{L}/4$. On peut représenter la distribution des durées de vie par la loi de distribution normale type $s = \overline{L}/4$ où

$$P(L) = \left[\left(\frac{1}{s}\right)(2\pi)^{-\frac{1}{2}}\right] \times EXP\left[\left(-\frac{1}{2}\right)\left(\frac{(L-\overline{L})}{s}\right)^2\right]$$

L'une des propriétés de la distribution normale est reliée à sa nature infinie. Sans ajustement, la distribution produirait des cas où les actifs sont mis hors service avant d'être achetés ou des cas où ils ont une durée de vie déraisonnablement longue. Afin d'éliminer ces données extrêmes, on a imposé une restriction pour limiter les valeurs de la durée de vie réelle à une fourchette raisonnable autour de $\overline{L}$. Dans le cas des measures dont il est question ici, la fourchette choisie varie de $50\%\overline{L}$ à $150\%\overline{L}$.

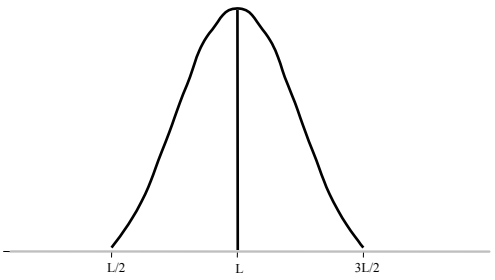


Figure 1. Truncated normal distribution of mean service life L

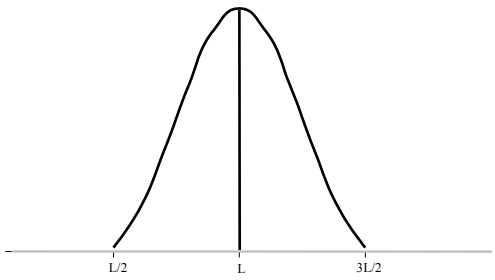


Figure 1. Distribution normale tronquée de la durée moyenne de vie L

The collection of assets that the investments of a given year represent is described as a cohort of assets. For example, if the mean service life of a cohort of assets is 10 years, then when the truncated normal retirement distribution is applied, there are 11 sub-cohorts, each with its own service life. Table 1 provides an illustration of the division of a cohort into sub-cohorts.

La série d'actifs que représente les investissements d'une année donnée est considérée comme étant une cohorte d'actifs. Par exemple, si la durée de vie moyenne d'une cohorte d'actifs est de 10 années, alors si on applique la distribution normale tronquée des mises hors service, il existe 11 sous-cohortes ayant chacune sa propre durée de vie. Le tableau 1 illustre la division d'une cohorte en sous-cohortes.

Table 1. Truncated normal retirement distribution applied to a cohort of assets worth $100,000 with mean service life of 10 years.

Sub-cohort	Length of life of sub-cohort	Fraction of cohort	Value in dollars of sub-cohort
1	5	.0032	320
2	6	.0314	3,140
3	7	.0762	7,620
4	8	.1273	12,730
5	9	.1692	16,920
6	10	.1854	18,540
7	11	.1692	16,920
8	12	.1273	12,730
9	13	.0762	7,620
10	14	.0314	3,140
11	15	.0032	320
Total		1.0000	100,000

The value of the investment belonging to each sub-cohort remains in the gross stock until the end of the service life of the sub-cohort. Hence for the first five years after the initial investment has been made, the full $100,000 will remain in the gross stock. After the fifth year, $320 will be deducted from the gross stock, because the portion of the total value of the cohort represented by sub-cohort 1 will have ceased to exist. Similarly, after the sixth year, a further $3,140 from sub-cohort 2 will be deducted and so on until the last $320 from sub-cohort 11 is deducted at the end of the 15th year[4].

Tableau 1. Distribution normale tronquée des mise hors service appliquée à une cohorte d'actifs d'une valeur de 100 000 $ ayant une durée de vie moyenne de 10 années

Sous-cohorte	Durée de vie de la sous-cohorte	Fraction de la cohorte	Valeur en dollars de la sous-cohorte
1	5	,0032	320
2	6	,0314	3 140
3	7	,0762	7 620
4	8	,1273	12 730
5	9	,1692	16 920
6	10	,1854	18 540
7	11	,1692	16 920
8	12	,1273	12 730
9	13	,0762	7 620
10	14	,0314	3 140
11	15	,0032	320
Total		1,0000	100 000

La valeur de l'investissement appartenant à chaque sous-cohorte reste dans le stock brut de capital jusqu'à la fin de la durée de vie de la sous-cohorte. Donc, pendant les cinq premières années après l'investissement initial, les 100 000 $ font entièrement partie du stock brut de capital. Après la cinquième année, 320 $ seront déduits du stock brut, parce que la proportion de la valeur totale de la cohorte représentée par la sous-cohorte 1 a cessé d'exister. Pareillement, après la sixième année, 3 140 $ supplémentaires provenant de la sous-cohorte 2 seront déduits, et ainsi de suite jusqu'à ce que la dernière tranche de 320 $ provenant de la sous-cohorte 11 soit déduite à la fin de la 15e année[4].

[4] There are rare circumstances when the truncated bell-shaped pattern cannot properly represent the premature withdrawal of assets from the capital stock. The ice storm of 1998, which caused a great deal of damage throughout much of North-eastern North America, is one such example. To properly reflect the abnormally early withdrawal of assets from the capital stock, a modified version of the discard pattern is applied to the investment representing these assets.

[4] Dans de rares circonstances, la courbe en cloche tronquée ne peut représenter correctement le retrait prématuré des actifs du stock de capital. La tempête de glace de 1998, qui a causé d'énormes dégâts dans la plupart du nord-est de l'Amérique du Nord, en est un exemple. Pour refléter correctement le retrait anormalement précoce d'actifs du stock de capital, on applique une version modifiée de la courbe de mise hors service à un investissement représentant ces actifs.

Linear and hyperbolic depreciation and net stocks

The net stock concept attempts to measure the productive capacity of the capital stock. The value of the net stock in any given year is meant to reflect the *market value* or *economic value* of the assets comprising the stock. The market value is the amount that the assets could be sold for, given that the stock includes assets that are no longer new and have undergone some wear and tear and are also somewhat obsolete in comparison with new assets of equivalent type. This means that in addition to assembling data on investment flows, price indexes and asset lives, the analyst must make assumptions about the pattern of ageing and loss of efficiency of the assets and incorporate those assumptions into the perpetual inventory method in the form of depreciation. Two estimates of net stocks, the straight-line and the hyperbolic, are derived from the gross by making yearly deductions for depreciation. (Another measure of net stock, the geometric, is not related to the gross stock concept and is described separately later.)

Linear depreciation

Probably the most familiar model of depreciation is the straight-line method in which equal amounts are deducted from the stock every year. The rate of straight-line depreciation (*SL*) is given by

$$d_{x,SL} = \frac{1}{L},$$
$$x = 1,2,3,...,L$$

where L is the number of years over which the asset is depreciated and x is the age of the asset[5].

In the linear form, all of the asset's value has disappeared from the capital stock by the end of the asset's service life.

Amortissement linéaire ou hyperbolique et stock net

Le concept de stock net a pour but d'évaluer la capacité productrice du stock de capital. La valeur du stock net une année donnée est censée refléter la *valeur marchande* ou *valeur économique* des actifs formant le stock de capital. La valeur marchande est le montant pour lequel les actifs pourraient être vendus, étant donné que le stock comprend des actifs qui ne sont plus neufs, qui ont subi une certaine usure et sont un peu périmés comparativement aux nouveaux actifs de type équivalent. Autrement dit, en plus de rassembler des données sur les flux d'investissement, les indices des prix et la durée de vie des actifs, l'analyste doit émettre des hypothèses quant à la courbe de vieillissement et de perte d'efficacité des actifs et les intégrer dans la méthode de l'inventaire permanent sous forme d'amortissement. Deux estimations du stock net, à savoir les estimations linéaire et hyperbolique, sont calculées d'après le stock brut en faisant annuellement des déductions pour amortissement. (Une autre mesure du stock net, à savoir la mesure géométrique, n'a pas de lien avec le concept du stock brut de capital et est décrite séparément plus loin).

Amortissement linéaire

Le modèle le plus connu d'amortissement est sans doute le modèle linéaire selon lequel des montants égaux sont déduits du stock chaque année. Le taux d'amortissement linéaire (SL) est donné par

$$d_{x,SL} = \frac{1}{L},$$
$$x = 1,2,3,...,L$$

où L est le nombre d'années sur lesquelles l'actif est amorti et x est l'âge de l'actif[5].

Dans le cas du modèle linéaire, la valeur totale de l'actif est soustraite du stock de capital à la fin de la durée de vie de l'actif.

[5] An adjustment is made to take into account that new assets are assumed, on average, to be placed in service at midyear. The actual calculation process is, therefore, a modification of this general formula. The rate of depreciation of an asset of age x is $d_{x,SL}$ =1/L for 0<x<L, $d_{0,SL}$ = 0.5/L and $d_{L,SL}$ = 0.5/L.

[5] Une correction est apportée pour tenir compte du fait que l'on suppose que les nouveaux actifs sont, en moyenne, mis en service au milieu de l'année. Par conséquent, le processus effectif de calcul est une modification de cette formule générale. Le taux d'amortissement d'un actif d'âge x est $d_{x,SL}$ =1/L pour 0<x<L, $d_{0,SL}$ = 0,5/L et $d_{L,SL}$ = 0,5/L.

Linear net stock

The net stock under the assumption of linear depreciation is given by

$$K_{t,SL} = I_t + I_{t-1}\left(1-\frac{1}{L}\right) + I_{t-2}\left(1-\frac{2}{L}\right) + \cdots + I_{t-L}\left(1-\frac{L}{L}\right)$$

where K_t is the net stock and I_t the investment in year t.

Similarly, the net stock for the previous year is given by

$$K_{t-1,SL} = I_{t-1} + I_{t-2}\left(1-\frac{1}{L}\right) + I_{t-3}\left(1-\frac{2}{L}\right) + \cdots + I_{t-1-L}\left(1-\frac{L}{L}\right).$$

The change in net stock from year t-1 to year t is given by subtracting:

$$K_{t,SL} - K_{t-1,SL} = I_t - \frac{1}{L}\left(I_{t-1} + I_{t-2} + I_{t-3} + \cdots + I_{t-(L-1)} + I_{t-L}\right)$$

This means that the net stock in year t is equal to the net stock of the previous year plus the gross investment of year t and less the total amount of depreciation deducted in year t :

$$K_{t,SL} = K_{t-1,SL} + I_t - D_{t,SL}\,.$$

Hence the depreciation, or amount of capital used up in year t, $D_{t,SL}$ (the capital consumption allowance) is

$$D_{t,SL} = \frac{1}{L}\sum_{i=1}^{L} I_{t-i}\,.$$

Hyperbolic depreciation

The hyperbolic pattern of depreciation (H) has the following form:

$$d_{x,H} = \frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x}$$
$$x = 1,2,3,...,L$$

Stock net linéaire

Le stock net sous l'hypothèse d'un amortissement linéaire est donné par

$$K_{t,SL} = I_t + I_{t-1}\left(1-\frac{1}{L}\right) + I_{t-2}\left(1-\frac{2}{L}\right) + \cdots + I_{t-L}\left(1-\frac{L}{L}\right)$$

où K_t est le stock net et I_t, l'investissement durant l'année t.

Pareillement, le stock net pour l'année précédente est donné par

$$K_{t-1,SL} = I_{t-1} + I_{t-2}\left(1-\frac{1}{L}\right) + I_{t-3}\left(1-\frac{2}{L}\right) + \cdots + I_{t-1-L}\left(1-\frac{L}{L}\right).$$

La variation du stock net de l'année t-1 à l'année t est obtenue par soustraction, soit

$$K_{t,SL} - K_{t-1,SL} = I_t - \frac{1}{L}\left(I_{t-1} + I_{t-2} + I_{t-3} + \cdots + I_{t-(L-1)} + I_{t-L}\right)$$

Autrement dit, le stock net pour l'année t est égal au stock net de l'année précédente auquel on ajoute l'investissement brut de l'année t et dont on soustrait le montant total de l'amortissement déduit à l'année t, soit

$$K_{t,SL} = K_{t-1,SL} + I_t - D_{t,SL}\,.$$

Donc, l'amortissement, ou montant du capital utilisé jusqu'à l'année t, $D_{t,SL}$ (provision pour consommation de capital) est

$$D_{t,SL} = \frac{1}{L}\sum_{i=1}^{L} I_{t-i}\,.$$

Amortissement hyperbolique

La courbe hyperbolique d'amortissement (H) a la forme suivante :

$$d_{x,H} = \frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x}$$
$$x = 1,2,3,...,L$$

where L is the number of years over which the asset is depreciated, x is the age of the asset and β is a curvature parameter[6].

This function is also referred to as a beta-decay form. It can be seen as a generalised form that can give rise to a variety of stock measures depending on the value of β. For example, when β is equal to zero, the beta-decay form is reduced to straight-line depreciation. When β is equal to one, the result is the gross stock concept where depreciation is zero for every year of the asset's life except the last when it is 100%. For values of β between 0 and 1, the graphical representation of the depreciation is concave to the origin i.e. it is bowed outwards. This means that depreciation is lower in the early years of the asset's life and increases as the asset ages. This "delay" in the depreciation increases the closer β is to 1. When β is negative, the result is an accelerated form of depreciation. As β becomes a very large negative value, the curve approaches a pattern in which all the depreciation occurs in the first year of the asset's life and is zero for all other years i.e. it is the mirror image of the extreme when β is equal to one. Figure 2 illustrates the effect of β on this pattern of depreciation on an asset with a service life of 10 years.

In the measures of hyperbolic net stock produced by Statistics Canada, the value of β used is 0.75 for structures and 0.5 for machinery and equipment.

où L est le nombre d'années sur lesquelles l'actif est amorti, x est l'âge de l'actif et β est le paramètre de courbure[6].

Cette fonction est également appelée modèle d'obsolescence bêta. On peut la considérer comme une forme généralisée pouvant donner lieu à diverses mesures des stocks selon la valeur donnée à β. Par exemple, si β est nul, le modèle d'obsolescence bêta se réduit au modèle d'amortissement linéaire. Si β est égal à l'unité, on obtient le concept de stock brut où l'amortissement est nul chaque année de la vie de l'actif, sauf la dernière où il est de 100 %. Pour les valeurs de β comprises entre 0 et 1, la représentation graphique de l'amortissement est concave par rapport à l'origine, c'est-à-dire qu'elle est courbée vers l'extérieur. Autrement dit, l'amortissement est plus faible les premières années de la vie de l'actif et il augmente à mesure que l'actif vieillit. Ce « retard » dans l'amortissement est d'autant plus important que la valeur de β est proche de 1. Si β est négatif, on a affaire à une forme accélérée d'amortissement. Comme β finit par prendre une valeur négative très grande, la courbe s'approche d'une forme où tout l'amortissement survient la première année de la vie de l'actif, puis est nulle toutes les autres années, autrement dit elle correspond à l'image réfléchie de la courbe extrême où β est égale à l'unité. La figure 2 illustre l'effet de la valeur de β sur la courbe d'amortissement d'un actif dont la durée de vie est de 10 ans.

Les mesures du stock net de capital produites par Statistique Canada par la méthode d'amortissement hyperbolique sont calculées en donnant à β la valeur de 0,75 pour les bâtiments et les travaux de génie, et de 0,5 pour les machines et le matériel.

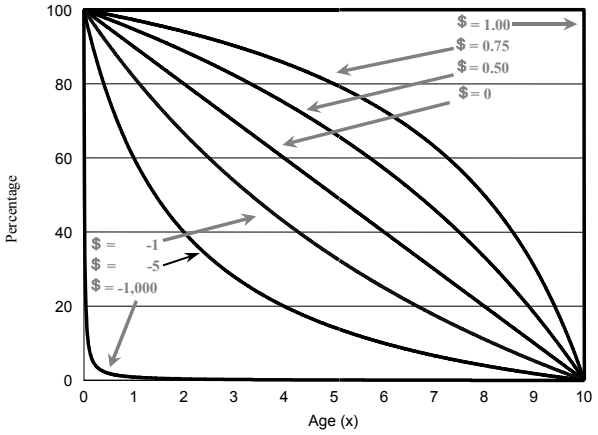
[6] As with the linear form of depreciation, an adjustment is made to take into account the assumption that assets are placed in service at midyear. This modification yields the following rates of depreciation for an asset of age x:

$$d_{x,H} = \frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x} \quad \text{for } 0<x<L, \; d_{0,H} = \frac{1}{2}\left(\frac{1-\beta}{L-\beta}\right) \text{and } d_{L,H} = 1 - \sum_{i=0}^{L-1} d_i \cdot$$

[6] Comme dans le cas de l'amortissement linéaire, une correction est faite pour tenir compte de l'hypothèse que les actifis sont mis en service au milieu de l'année. Cette modification produit les taux d'amortissement suivants pour un actif d'âge x :

$$d_{x,H} = \frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x} \quad \text{pour } 0<x<L, \; d_{0,H} = \frac{1}{2}\left(\frac{1-\beta}{L-\beta}\right) \text{et } d_{L,H} = 1 - \sum_{i=0}^{L-1} d_i \cdot$$

Figure 1: Value of capital stock using beta-decay depreciation L-x/L-βx (life = 10 years)



Hyperbolic net stock

As with the linear net stock, the hyperbolic net stock in year *t* is equal to the net stock of the previous year plus the gross investment of year *t* and less the total amount of depreciation deducted in year *t*.

$$K_{t,H} = K_{t-1,H} + I_t - D_{t,H}\,.$$

The term $D_{t,H}$ is the hyperbolic depreciation in year *t* and is given by

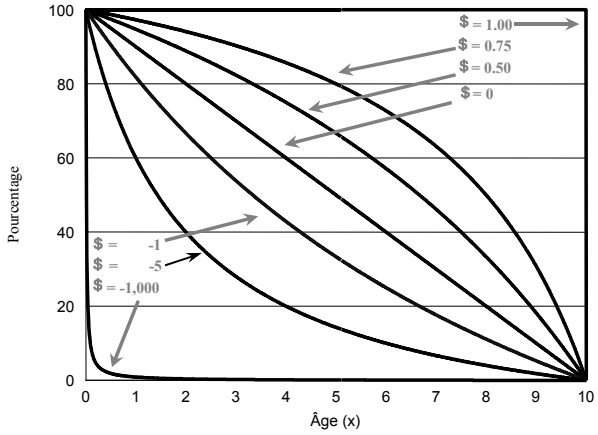
$$D_{t,H} = \sum_{x=1}^{L}\left(\frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x}\right) I_{t-x}\,.$$

Effect of retirement pattern combined with depreciation pattern

For both the linear and hyperbolic depreciation patterns, to calculate the depreciation for an entire investment cohort, each sub-cohort must be depreciated according to its own rate. The previous example of an investment cohort with a mean service life of 10 years and worth $100,000 is used to illustrate. If the straight-line form of depreciation is used, the first sub-cohort will be depreciated at the rate of 1/5 (20% or $64) per year for 5 years. Similarly, the second sub-cohort will be depreciated at the rate of 1/6 (16.67% or $523) per year for 6 years and so on until the 11th sub-cohort where the depreciation will be 1/15 (6.67% or $21) for 15 years. When the truncated normal pattern is applied to straight-line depreciation, the effect is to produce an accelerated rate of depreciation.

The combined depreciation rate that includes both a retirement and a depreciation pattern can be expressed as

Figure 1: Valeur du stock de capital selon le modèle d'obsolescence bêta L-x/L-βx (durée de vie = 10 ans)



Stock net hyperbolique

Comme le stock net linéaire, le stock net hyperbolique à l'année *t* est égal au stock net de l'année précédente auquel on ajoute l'investissement brut durant l'année *t* et dont on soustrait le montant total de l'amortissement déduit durant l'année *t*.

$$K_{t,H} = K_{t-1,H} + I_t - D_{t,H}\,.$$

Le terme $D_{t,H}$, qui représente l'amortissement hyperbolique durant l'année *t*, est donné par

$$D_{t,H} = \sum_{x=1}^{L}\left(\frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x}\right) I_{t-x}\,.$$

Effet de la courbe de mise hors service combinée à la courbe d'amortissement

Pour l'amortissement aussi bien linéaire qu'hyperbolique, il faut, pour calculer l'amortissement pour une cohorte d'investissements complète, amortir chaque sous-cohorte en appliquant le taux qui lui est propre. En guise d'illustration, nous utilisons l'exemple qui précède d'une cohorte d'investissements dont la durée de vie moyenne est de 10 années et la valeur, de 100 000 $. Si l'on applique la méthode d'amortissement linéaire, la première sous-cohorte sera amortie au taux de 1/5 (20 % ou 64 $) par année pendant cinq ans. De la même façon, la deuxième sous-cohorte sera amortie au taux de 1/6 (16,67 % ou 523 $) par année sur six ans et ainsi de suite jusqu'à la onzième sous-cohorte où l'amortissement sera de 1/15 (6,67 % ou 21 $) sur 15 ans. L'application de la courbe normale tronquée à l'amortissement linéaire produit un taux d'amortissement accéléré.

On peut représenter le taux d'amortissement combiné englobant la courbe de mise hors service et la courbe

a weighted sum.

$$wd_{\overline{L},x} = \sum_{L_{\min}}^{L_{\max}} \left[F(x,L) \times W\left(\overline{L},L\right) \right]$$

where

$wd_{\overline{L},x}$ is the weighted depreciation rate for assets of age x with average service live of $\overline{L}$

$F(x,L)$ is a function expressing the depreciation pattern of assets of age x with life L

$W\left(\overline{L},L\right)$ is the weight for the assets with service life L determined by the retirement pattern

$L_{\min}$ and $L_{\max}$ are the minimum and maximum service lives for assets with an average service live of L.

Tables 2 and 3 use the previous example of the asset worth $100,000 to illustrate the combined effects of the truncated normal retirement pattern with the straight-line depreciation pattern and the hyperbolic depreciation pattern respectively.

In both cases, the average service life of the whole cohort of assets is 10 years, so the first sub-cohort of assets has a service life of 5 years ($L_{\min}$) and the eleventh sub-cohort has a service of 15 years ($L_{\max}$).

In Table 2, $F(x,L) = 1/L$ and in Table 3,

$$F(x,L) = \frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x}.$$

The last column in the tables is $W(L)_{x,i}$, the weights given by the truncated normal retirement pattern.

d'amortissement sous la forme d'une somme pondérée

$$wd_{\overline{L},x} = \sum_{L_{\min}}^{L_{\max}} \left[F(x,L) \times W\left(\overline{L},L\right) \right]$$

où

$wd_{\overline{L},x}$ est le taux pondéré d'amortissement applicable aux actifs d'âge x et ayant une durée de vie moyenne $\overline{L}$;

$F(x,L)$ est une fonction exprimant la courbe d'amortissement des actifs d'âge x ayant une durée de vie L;

$W\left(\overline{L},L\right)$ est le poids appliqué aux actifs de durée de vie L déterminée par la courbe de mise hors service;

$L_{\min}$ et $L_{\max}$ sont les durées de vie minimale et maximale des actifs dont la durée de vie moyenne est L.

Aux tableaux 2 et 3, l'exemple précédent de l'actif valant 100 000 $ est utilisé pour illustrer les effets combinés de la courbe normale tronquée de mise hors service conjuguée à une courbe d'amortissement linéaire, d'une part, et d'amortissement hyperbolique, d'autre part.

Dans les deux cas, la durée de vie moyenne de l'ensemble de la cohorte d'actifs est de 10 années, si bien que la première sous-cohorte d'actifs a une durée de vie de cinq ans ($L_{\min}$) et la onzième sous-cohorte, une durée de vie de 15 ans ($L_{\max}$).

Au tableau 2, $F(x,L) = 1/L$ et au tableau 3,

$$F(x,L) = \frac{L-(x-1)}{L-\beta(x-1)} - \frac{L-x}{L-\beta x}.$$

La dernière colonne des tableaux donne $W(L)_{x,i}$, c'est-à-dire les poids donnés par la courbe de distribution normale tronquée des mises hors service.

Table 2 Truncated normal retirement pattern and straight-line depreciation pattern for an investment cohort worth $100,000 with mean service life of 10 years.

Sub-cohort	Life		Percentage reduction by age															Weight from retirement fraction
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	5	Depreciation	20	20	20	20	20											0.0032
		Weighted	.06	.06	.06	.06	.06											
2	6	Depreciation	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67										0.0314
		Weighted	.52	.52	.52	.52	.52	.52										
3	7	Depreciation	14.28	14.28	14.28	14.28	14.28	14.28	14.28									0.0762
		Weighted	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09									
4	8	Depreciation	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5								0.1273
		Weighted	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59								
5	9	Depreciation	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11							0.1692
		Weighted	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88							
6	10	Depreciation	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						0.1854
		Weighted	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85						
7	11	Depreciation	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09					0.1692
		Weighted	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54					
8	12	Depreciation	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33				0.1273
		Weighted	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05				
9	13	Depreciation	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69			0.0762
		Weighted	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59			
10	14	Depreciation	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14		0.0314
		Weighted	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23		
11	15	Depreciation	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	0.0032
		Weighted	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
		Total weights																1.0000
Total weighted percentages			10.43	10.43	10.43	10.43	10.43	10.37	9.84	8.76	7.16	5.28	3.43	1.89	0.84	0.26	0.02	100.00
Total dollar value of Depreciation for cohort of $100,000			10,430	10,430	10,430	10,430	10,430	10,370	9,840	8,760	7,160	5,280	3,430	1,890	840	260	20	100,000

Tableau 2 Courbe normale tronquée de mise hors service et courbe d'amortissement linéaire pour une cohorte d'investissements valant 100 000 $ dont la durée de vie moyenne est de 10 ans

Sous-cohorte	Durée de vie		Réduction en pourcentage selon l'âge															Poids d'après la fraction de mises hors service
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	5	Amortissement	20	20	20	20	20											0,0032
		pondéré	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06											
2	6	Amortissement	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67										0,0314
		pondéré	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52										
3	7	Amortissement	14,28	14,28	14,28	14,28	14,28	14,28	14,28									0,0762
		pondéré	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09									
4	8	Amortissement	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5								0,1273
		pondéré	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59								
5	9	Amortissement	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11							0,1692
		pondéré	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88							
6	10	Amortissement	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						0,1854
		pondéré	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85						
7	11	Amortissement	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09					0,1692
		pondéré	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54					
8	12	Amortissement	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33				0,1273
		pondéré	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
9	13	Amortissement	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69			0,0762
		pondéré	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59			
10	14	Amortissement	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14		0,0314
		pondéré	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23		
11	15	Amortissement	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6.67	0,0032
		pondéré	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0.02	
		Poids totaux																1,0000
Pourcentages totaux pondérés			10,43	10,43	10,43	10,43	10,43	10,37	9,84	8,76	7,16	5,28	3,43	1,89	0,84	0,26	0,02	100,0
Valeur monétaire totale de l'amortissement pour une cohorte d'investissements de 100 000 $			10 430	10 430	10 430	10 430	10 430	10 370	9 840	8 760	7 160	5 280	3 430	1 890	840	260	20	100 000

Table 3 Truncated normal retirement pattern and hyperbolic depreciation pattern for an investment cohort worth $100,000 with mean service life of 10 years.

Sub-cohort	Life		Percentage reduction by age															Weight from retirement fraction
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	5	Depreciation	2.44	3.81	6.79	15.53	71.43											0.0032
		Weighted	0.01	0.01	0.02	0.05	0.23											
2	6	Depreciation	1.96	2.80	4.33	7.57	16.67	66.67										0.0314
		Weighted	0.06	0.09	0.14	0.24	0.52	2.10										
3	7	Depreciation	1.64	2.21	3.13	4.79	8.23	17.50	62.5									0.0762
		Weighted	0.12	0.17	0.24	0.36	0.63	1.33	4.76									
4	8	Depreciation	1.41	1.82	2.43	3.43	5.19	8.79	18.1	58.82								0.1273
		Weighted	0.18	0.23	0.31	0.44	0.66	1.12	2.3	7.49								
5	9	Depreciation	1.23	1.54	1.98	2.64	3.70	5.55	9.26	18.52	55.55							0.1692
		Weighted	0.21	0.26	0.34	0.45	0.63	0.94	1.57	3.13	9.4							
6	10	Depreciation	1.10	1.34	1.67	2.14	2.84	3.95	5.87	9.65	18.8	52.63						0.1854
		Weighted	0.20	0.25	0.31	0.40	0.53	0.73	1.09	1.79	3.48	9.76						
7	11	Depreciation	0.99	1.18	1.44	1.79	2.29	3.02	4.18	6.16	9.98	18.96	50.00					0.1692
		Weighted	0.17	0.20	0.24	0.30	0.39	0.51	0.71	1.04	1.69	3.21	8.45					
8	12	Depreciation	0.90	1.06	1.26	1.54	1.90	2.42	3.19	4.38	6.41	10.26	19.05	47.62				0.1273
		Weighted	0.11	0.13	0.16	0.20	0.24	0.31	0.41	0.56	0.82	1.31	2.42	6.06				
9	13	Depreciation	0.83	0.96	1.13	1.34	1.63	2.01	2.55	3.34	4.57	6.63	10.48	19.06	45.45			0.0762
		Weighted	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.15	0.19	0.25	0.35	0.51	0.8	1.45	3.46			
10	14	Depreciation	0.76	0.87	1.01	1.19	1.42	1.71	2.11	2.67	3.49	4.74	6.83	10.67	19.02	43.50		0.0314
		Weighted	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.07	0.08	0.11	0.15	0.21	0.34	0.60	1.37		
11	15	Depreciation	0.17	0.80	0.92	1.07	1.25	1.49	1.79	2.21	2.79	3.62	4.90	7.00	10.82	18.90	41.7	0.0032
		Weighted	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.10	0.13	
		Total weights																1.0000
Total weighted percentages			1.16	1.45	1.88	2.57	4.00	7.25	11.10	14.35	15.86	14.94	11.91	7.87	4.10	1.43	0.13	100.00
Total dollar value of Depreciation for cohort of $100,000			1,160	1,450	1,880	2,570	4,000	7,250	11,100	14,350	15,860	14,940	11,910	7,870	4,100	1,430	130	100,000

Tableau 3 Courbe normale tronquée de mise hors service et courbe d'amortissement hyperbolique pour une cohorte d'investissements valant 100 000 $ dont la durée de vie moyenne est de 10 ans

Sous-cohorte	Durée de vie		Réduction en pourcentage selon l'âge														Poids d'après la fraction de mises hors service
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	5	Amortissement	2,44	3,81	6,79	15,53	71,43											0,0032
		pondéré	0,01	0,01	0,02	0,05	0,23											
2	6	Amortissement	1,96	2,80	4,33	7,57	16,67	66,67										0,0314
		pondéré	0,06	0,09	0,14	0,24	0,52	2,10										
3	7	Amortissement	1,64	2,21	3,13	4,79	8,23	17,50	62,5									0,0762
		pondéré	0,12	0,17	0,24	0,36	0,63	1,33	4,76									
4	8	Amortissement	1,41	1,82	2,43	3,43	5,19	8,79	18,1	58,82								0,1273
		pondéré	0,18	0,23	0,31	0,44	0,66	1,12	2,3	7,49								
5	9	Amortissement	1,23	1,54	1,98	2,64	3,70	5,55	9,26	18,52	55,55							0,1692
		pondéré	0,21	0,26	0,34	0,45	0,63	0,94	1,57	3,13	9,4							
6	10	Amortissement	1,10	1,34	1,67	2,14	2,84	3,95	5,87	9,65	18,8	52,63						0,1854
		pondéré	0,20	0,25	0,31	0,40	0,53	0,73	1,09	1,79	3,48	9,76						
7	11	Amortissement	0,99	1,18	1,44	1,79	2,29	3,02	4,18	6,16	9,98	18,96	50,00					0,1692
		pondéré	0,17	0,20	0,24	0,30	0,39	0,51	0,71	1,04	1,69	3,21	8,45					
8	12	Amortissement	0,90	1,06	1,26	1,54	1,90	2,42	3,19	4,38	6,41	10,26	19,05	47,62				0,1273
		pondéré	0,11	0,13	0,16	0,20	0,24	0,31	0,41	0,56	0,82	1,31	2,42	6,06				
9	13	Amortissement	0,83	0,96	1,13	1,34	1,63	2,01	2,55	3,34	4,57	6,63	10,48	19,06	45,45			0,0762
		pondéré	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,15	0,19	0,25	0,35	0,51	0,8	1,45	3,46			
10	14	Amortissement	0,76	0,87	1,01	1,19	1,42	1,71	2,11	2,67	3,49	4,74	6,83	10,67	19,02	43,50		0,0314
		pondéré	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,11	0,15	0,21	0,34	0,60	1,37		
11	15	Amortissement	0,17	0,80	0,92	1,07	1,25	1,49	1,79	2,21	2,79	3,62	4,90	7,00	10,82	18,90	41,7	0,0032
		pondéré	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,10	0,13	
		Poids totaux																1,0000
Pourcentages totaux pondérés			1,16	1,45	1,88	2,57	4,00	7,25	11,10	14,35	15,86	14,94	11,91	7,87	4,10	1,43	0,13	100,00
Valeur monétaire totale de l'amortissement pour une cohorte d'investissements de 100 000 $			1 160	1 450	1 880	2 570	4 000	7 250	11 100	14 350	15 860	14 940	11 910	7 870	4 100	1 430	130	100 000

Geometric depreciation and net stock

Like the other measures of capital stock already discussed, the geometric net stock uses the perpetual inventory method, but there is a major difference between this measure and the others. According to this methodology, the infinite depreciation form takes retirements into account and hence the use of a pattern of retirements and the division of a cohort of investment into sub-cohorts not longer pertain. The infinite geometric methodology uses the same depreciation profile for all investment in a cohort.

The annual geometric rate of depreciation for an asset, δ, is equal to the comparable straight-line rate, 1/L, multiplied by the declining-balance rate, R, for the asset:

$$\delta = R / L .$$

For the building and engineering construction components, R is 0.91 and for machinery and equipment, R is 1.65[7].

New assets are assumed, on average, to be placed in service at midyear, so that depreciation on them is equal to one-half the new investment times the depreciation rate. Thus the contribution to the net stock at the end of year t of investment during year x is given by

$$K_{tx} = I_x(1-\delta/2)(1-\delta)^{t-x},$$

where $t \geq x$.

For practical calculation purposes, the 'tail' of the infinite distribution is taken into account by allowing the calculation of the declining-balance depreciation to continue for a period of years equal to five times the

Amortissement géométrique et stock net

Comme les autres mesures du stock de capital déjà examinées, la mesure géométrique du stock net se fonde sur la méthode de l'inventaire permanent, mais il existe une distinction importante entre cette mesure et les autres. Selon cette méthode, le modèle infini d'amortissement tient compte des mises hors service, donc de l'utilisation d'une courbe de mise hors service, et la division d'une cohorte d'investissements en sous-cohortes ne s'applique plus. Le modèle infini d'amortissement géométrique se base sur la même courbe d'amortissement pour tous les investissements faisant partie d'une cohorte.

Le taux annuel d'amortissement géométrique d'un actif, δ, est égal au taux d'amortissement linéaire, 1/L, multiplié par le taux d'amortissement dégressif, R, pour l'actif, soit

$$\delta = R / L .$$

Pour les composantes de la construction de bâtiments et des travaux de génie, R est égal à 0,91 et pour les machines et l'équipement, R est égal à 1,65[7].

On suppose que les nouveaux actifs sont, en moyenne, mis en service au milieu de l'année, de sorte que leur amortissement est égal à la moitié de la valeur des nouveaux investissements multipliée par le taux d'amortissement. Donc, la contribution au stock net de capital à la fin de l'année t de l'investissement durant l'année x est donnée par

$$K_{tx} = I_x(1-\delta/2)(1-\delta)^{t-x},$$

où $t \geq x$.

En pratique, pour faciliter les calculs, on tient compte de la « queue » de la distribution infinie en permettant que le calcul de l'amortissement dégressif se poursuive pour une période égale à cinq fois la durée de vie de l'actif. À ce

[7] These estimates of declining balance rates are based on Hulten, Charles R. and Frank C. Wykoff, 1981a "The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices"; *Journal of Econometrics* 15 (April): 367-396 and 1981b "The Measurement of Economic Depreciation" in *Depreciation, Inflation and the Taxation Income from Capital*, edited by Charles R. Hulten, 81-125, Washington DC: The Urban Institute Press.

Research using Canadian data from the CES confirmed that the findings of Hulten and Wykoff held true in the Canadian context. A description of their methodology and its implications can be found in Barbara Fraumeni's article "The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts" in the July 1997 issue of *Survey of Current Business* published by the U.S. Department of Commerce.

[7] Ces estimations du taux dégressif sont fondées sur Hulten, Charles R. et Frank C. Wykoff, 1981a « The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices »; *Journal of Econometrics* 15 (avril) : 367-396 et 1981b « The Measurement of Economic Depreciation » dans *Depreciation, Inflation and the Taxation Income from Capital*, publié sous la direction de Charles R. Hulten, 81-125, Washington DC: The Urban Institute Press.

Les études fondées sur des données canadiennes provenant de l'EDIR confirment que les résultats de Hulten et Wykoff s'appliquent dans le contexte canadien. La description de leur méthodologie et de ses conséquences figure dans l'article de Barbara Fraumeni intitulé « The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts » paru dans le numéro de juillet 1997 de *Survey of Current Business* publié par le U.S. Department of Commerce.

service life of the asset. At that point, the remaining value of the asset is close enough to zero that it can be ignored.

To calculate the net stock at the end of year t, K_t, the contributions are summed over all vintages of investment flows for that component so that:

$$K_t = \sum_{x=1}^{t} K_{tx} .$$

The depreciation during year t, D_t, is the net stock at the end of year $t-1$ plus the investment during year t and minus the net stock at the end of year t:

$$D_t = K_{t-1} + I_t - K_t .$$

Valuation

Statistics Canada's capital flow and stock data are expressed in original-cost, constant-cost, current-cost and Fisher real-cost valuations.

Data series for Canada in constant, current and Fisher real-cost are available on CANSIM in Table 031-0002.

Original-cost

In original-cost valuation, no adjustment is made to account for changes in prices over the years. In other words, the flow and stock data are expressed in terms of the average prices of new capital goods that pertained during the years when the capital goods first entered the stock. For example, original-cost gross investment by a particular industry in 1989 represents the value of capital expenditures made by the industry in terms of the average prices of new capital goods in 1989. Similarly, original-cost gross investment by the industry in 2000 represents the value of its capital expenditures in terms of the average prices of new capital goods in 2000.

Because original-cost measures of capital stock involve a mix of prices, the economic meaning of such measures is difficult to interpret. They do bear some resemblance to the fixed asset flow and stock data found on most business balance sheets. If a company never revalued its fixed assets to adjust for changing prices and never bought second-hand assets, then its fixed asset flow and stock data would be comparable to the original-cost measures of flows and stocks.

moment-là, la valeur résiduelle de l'actif est quasiment nulle et peut donc être ignorée.

Pour calculer le stock net de capital à la fin de l'année t, K_t, on fait la somme des contributions sur toutes les générations de flux d'investissement pour cette composante, de sorte que :

$$K_t = \sum_{x=1}^{t} K_{tx} .$$

L'amortissement durant l'année t, D_t, est égal au stock net de capital à la fin de l'année $t-1$ auquel est ajouté l'investissement survenu durant l'année t et dont est soustrait le stock net de capital à la fin de l'année t, c'est-à-dire

$$D_t = K_{t-1} + I_t - K_t .$$

Évaluation

Les données de Statistique Canada sur les flux et les stocks de capital sont exprimées en prix d'origine, en prix constants, en prix courants et en prix réels de Fisher.

Les données pour le Canada en prix constants, courants et en prix réels de Fisher sont disponibles sur CANSIM dans le tableau 031-0002.

Prix d'origine

Dans le cas de l'évaluation en prix d'origine, aucun ajustement n'est fait pour tenir compte des variations des prix au fil des années. Autrement dit, les données sur les flux et sur les stocks sont exprimées en fonction des prix moyens des nouveaux biens d'équipement en vigueur durant les années où, respectivement, les biens d'équipement sont entrés dans le stock. Par exemple, l'investissement brut en prix d'origine fait par une branche d'activité particulière en 1989 représente la valeur des dépenses en immobilisations faites par la branche d'activité calculée en fonction des prix moyens des nouveaux biens d'équipement en 1989. De la même façon, l'investissement brut en prix d'origine fait par la branche d'activité en 2000 représente la valeur de ces dépenses en immobilisations estimées en fonction des prix moyens des nouveaux biens d'équipement en 2000.

Comme les mesures en prix d'origine du stock de capital portent sur une combinaison de prix, leur signification économique est difficile à interpréter. Elles ressemblent dans une certaine mesure aux données sur les flux et stocks de capital fixe qui figurent dans la plupart des bilans d'entreprise. Si une société ne réévaluait jamais son capital fixe pour tenir compte de l'évolution des prix et n'achetait jamais de biens d'occasion, ses données sur les flux et stocks de capital fixe seraient comparables à celles

Constant-cost

Constant-cost measures of capital stock are calculated using capital flow data that have been adjusted to take price changes into account. Thus 1997 constant-dollar gross investment in a particular industry in 1999 represents the value of new capital goods purchased by establishments in that industry in 1999 in terms not of the average prices that prevailed in 1999, but rather the average prices that held in 1997.

The stock estimates in constant-cost terms therefore do not involve a mix of prices. Retirements and depreciation are valued in the same way.

Current-cost

In current-cost estimates, the flows and stocks are valued in terms of the average prices of capital goods that held in each of all the years of the series. Current dollar gross investment is the same as original-cost investment. Current-cost stock is derived from constant-cost estimates by converting to prices of the current period by applying the price indexes used in the calculation of the constant-cost estimates. Current-cost valuations of the flows and stocks are equal to the constant-cost valuations only in the base year of the price indexes used.

Fisher real-cost

Real-cost estimates are quantity or "physical-volume" type estimates. The derivation of these estimates involves the use of capital stock by detailed type of asset. (The methodology used to produce the capital stock by type of asset is described in the section Methodology part 2: Capital stock by type of asset.)

The constant dollar estimates of stocks and depreciation by asset are converted to current-cost measures and added together to create current-cost aggregates.

The Fisher volume index is calculated as the geometric mean of Laspeyres (fixed-weighted) index and the corresponding Paasche (current-weighted) index. The formulas have been modified by replacing price series by price-relatives: that is, the ratios of prices from one period to another. This modification gives the following formulas:

$$V^t_{Lasp} = sum(C^t(P^{t-1}/P^t))/sum(C^{t-1})$$

$$V^t_{Paas} = sum(C^t)/sum(C^{t-1}(P^t/P^{t-1}))$$

sur les flux et stocks mesurés en prix d'origine.

Prix constants

Les mesures en prix constants du stock de capital sont calculées d'après des données sur les flux de capital corrigées pour tenir compte de la variation des prix. Donc, l'investissement brut en dollars constants de 1997 dans une branche d'activité particulière en 1999 représente la valeur des nouveaux biens d'équipement achetés par les établissements de cette branche d'activité en 1999 exprimée en fonction non pas des prix moyens en vigueur en 1999, mais plutôt de ceux en vigueur en 1997.

Les estimations du stock de capital en prix constants ne sont, par conséquent, pas fondées sur une combinaison de prix. Les mises hors service et l'amortissement sont évalués de la même façon.

Prix courants

Dans le cas de l'estimation en prix courants, les flux et les stocks sont évalués en fonction des prix moyens des biens d'équipement en vigueur durant chacune des années de la série chronologique. L'investissement brut en dollars courants est le même que l'investissement en prix d'origine. Le stock en prix courants est calculé d'après les estimations en prix constants par conversion des prix de la période courante au moyen des indices de prix utilisés dans le calcul des estimations en prix constants. Les valeurs en prix courants des flux et des stocks sont égales aux valeurs en prix constants uniquement pour l'année de base des indices de prix utilisés.

Prix réels de Fisher

Les estimations en prix réels sont des estimations de quantité ou de « volume physique ». Le calcul de ces estimations comprend l'utilisation de données sur le stock de capital par catégorie détaillée d'actifs. (La méthode utilisée pour produire la valeur du stock de capital selon la catégorie d'actifs est décrite à la section Méthode — Partie 2 : Stock de capital par catégorie d'actifs).

On convertit les estimations en dollars constants des stocks et de l'amortissement par actif en dollars courants que l'on additionne pour créer des agrégats en dollars courants.

L'indice de volume de Fisher correspond à la moyenne géométrique de l'indice (des prix constants pondérés) de Laspeyres et de l'indice (des prix courants pondérés) correspondant de Paasche. Les séries de prix ont été remplacées dans les formules par les prix relatifs, c'est-à-dire les rapports des prix d'une période à une autre. Cette modification donne les formules suivantes :

$$V^t_{Lasp} = sum(C^t(P^{t-1}/P^t))/sum(C^{t-1})$$

$$V^t_{Paas} = sum(C^t)/sum(C^{t-1}(P^t/P^{t-1}))$$

The C^t stands for the current dollar quantity measure of the series under consideration (investment, capital stocks or depreciation).

The geometric mean of these two formulas yields the Fisher volume index.

$$V_F^t = \sqrt{V_{Lasp}^t V_{Paas}^t}$$

The chained Fisher volume index for a given year is a ratio of two products. The numerator is the product of the Fisher volume indexes from the starting year to the year in question and the denominator is the product of the Fisher volume indexes from the starting year to the reference year.

$$ChainV_F^t = \prod_{i=t_0}^{t} V_F^i / \prod_{i=t_0}^{R} V_F^i$$

where t_0 is the initial year and R is the reference year.

These chain Fisher indexes are used to create real-cost capital stocks by multiplying the constant-dollar stock for the base year by the corresponding Fisher index series. Capital stocks derived using the Fisher chain-type indexes are not strictly additive, especially for periods far away from the reference year. The sum of the components of an aggregate may not equal the aggregate; the difference is called the residual, which may become relatively large in periods far from the base year.

Methodology part 2: Detailed type of asset measures

A major project spanning several years and calling on the expertise of numerous participants came to fruition in 2001 with the first release of measures of capital stock by detailed type of asset. Prior to that time, no such measures existed for Canada. These measures are fully integrated with the industry by asset component measures and cover 150 types of assets (94 types of structures and 56 types of machinery and equipment).

The same method, the PIM, is used to calculate the type of asset measures as is used for the industry by component measures. However the construction of appropriate investment series, price indexes and estimated service lives for the types of asset measures is different.

Le C^t représente la mesure quantitative, en dollars courants, de la série étudiée (investissement, stock de capital ou amortissement).

La moyenne géométrique de ces formules donne l'indice de volume de Fisher.

$$V_F^t = \sqrt{V_{Lasp}^t V_{Paas}^t}$$

L'indice de volume en chaîne de Fisher pour une année particulière correspond au rapport de deux produits. Le numérateur est le produit des indices de volume de Fisher de l'année de départ jusqu'à l'année étudiée et le dénominateur est le produit des indices de volume de Fisher de l'année de départ à l'année de référence.

$$ChainV_F^t = \prod_{i=t_0}^{t} V_F^i / \prod_{i=t_0}^{R} V_F^i$$

où t_0 est l'année de départ et R est l'année de référence.

On se sert de ces indices en chaîne de Fisher pour calculer les stocks de capital en prix réels par multiplication du stock en dollars constants pour une année de base par la série correspondante d'indices de Fisher. Les stocks de capital calculés au moyen des indices en chaîne de Fisher ne sont pas strictement additifs, particulièrement pour les périodes éloignées de l'année de référence. La somme des composantes d'un agrégat n'est pas nécessairement égale à l'agrégat et la différence, appelée résidu, peut devenir assez importante pour les périodes éloignées de l'année de référence.

Méthode — Partie 2 : Mesures par catégorie détaillée d'actifs

Un projet important qui s'est étendu sur plusieurs années et a nécessité l'expertise de nombreux participants a porté fruit en 2001 lors de la première diffusion de mesures du stock de capital selon la catégorie détaillée d'actifs. Avant cela, aucune mesure de ce genre n'existait pour le Canada. Ces mesures sont entièrement intégrées à celles par branche d'activité selon la composante et couvrent 150 catégories d'actifs (94 categories de bâtiments et travaux de génie, et 56 catégories de machines et matériel).

On applique, pour calculer les mesures par catégorie d'actifs, la même méthode d'inventaire permanent que pour les mesures par branche d'activité selon la composante. Cependant, la construction de la série d'investissements, des indices des prix et des durées de vie estimées qui conviennent pour les mesures par catégorie d'actifs est différente.

Investment flows by type of asset

The investment data were compiled from different sources, depending on the time period in question: 1997 to the latest-available CES survey of actual expenditures, 1961 to 1996 and pre-1961. Whatever the source, however, the final estimates of investment by type of asset were made to agree with the existing industry by component investment data which were used as control totals.

Beginning with 1997, the investment by type of asset was drawn directly from the CES. The type of asset investment data were made to agree with the industry by component control totals by expressing, for a given industry for a given year, the reported investment in each asset as a percentage of the calculated component total and then applying this distribution to the control total. So, for example, investment in all types of machinery and equipment assets for industry X in year t was summed. The proportion of each asset type making up this total was calculated and this proportion was then applied to the machinery and equipment control total for industry X for year t.

Although detailed type of asset investment data for both construction and machinery and equipment have been available from the CES since 1985, data from the Canadian Input-output tables were used to create the type of asset series for the entire period from 1961 to 1996. Investment data in both current and constant dollars are available by input-output commodity by 31 industry aggregates[8] from 1961 to 1996. Because of the lack of survey data prior to 1985, the input-output data were the best source available to construct series from 1961 to 1984. However, attempting to link series created using the input-output data from 1961 to 1984 with series using CES survey data beginning with 1985 produced many inconsistencies. The input-output data were therefore used for the entire period.

Concordance tables mapping the input-output commodity classification to the type of asset classification were created. These tables were then used to estimate the type

Flux d'investissement par catégorie d'actifs

Les données sur l'investissement proviennent de sources différentes, selon la période visée : de 1997 jusqu'à la dernière année pour laquelle des données sur les dépenses réelles provenant de l'EDIR sont disponibles, de 1961 à 1996 et avant 1961. Néanmoins, quelle que soit la source, les estimations finales de l'investissement par catégorie d'actifs ont été calculées de sorte qu'elles concordent avec les données existantes par branche d'activité selon la composante qui ont été utilisées comme totaux de contrôle.

À compter de 1997, les données sur l'investissement par catégorie d'actifs ont été tirées directement de l'EDIR. On a fait concorder ces données aux totaux de contrôle par branche d'activité selon la composante en excluant, pour une branche d'activité particulière pour une année donnée, l'investissement déclaré dans chaque actif exprimé en pourcentage du total calculé pour la composante, puis en appliquant cette distribution au total de contrôle. Donc, par exemple, on a fait la somme des investissements dans toutes les catégories de machines et matériel pour la branche d'activité X durant l'année t. Puis, on a calculé la proportion de chaque catégorie d'actifs formant ce total et on appliqué cette proportion au total de contrôle pour les machines et l'équipement pour la branche d'activité X pour l'année t.

Bien que l'on dispose depuis 1985 de données détaillées sur l'investissement par catégorie d'actifs provenant de l'EDIR pour la construction, ainsi que pour les machines et le matériel, on s'est servi des données provenant des tableaux canadiens d'entrées-sorties pour créer la série de données par catégorie d'actifs pour toute la période allant de 1961 à 1996. Les données sur l'investissement en dollars courants et en dollars constants sont disponibles par produit repris dans les tableaux d'entrées-sorties pour 31 agrégats de branches d'activité[8] de 1961 à 1996. Comme on ne disposait pas de suffisamment de données d'enquête pour les années antérieures à 1985, les données sur les entrées-sorties représentaient la meilleure source existante pour produire les séries pour 1961 à 1984. Cependant, des efforts en vue de relier les séries créées à partir des données d'entrées-sorties pour 1961 à 1984 aux séries établies d'après les données de l'EDIR à partir de 1985 ont donné lieu à de nombreuses incohérences. Les données d'entrées-sorties ont par conséquent été utilisées pour la période complète.

Des tableaux établissant la concordance entre la classification des produits dans les tableaux d'entrées-sorties et la classification selon la catégorie

[8] This level of industry aggregation is known as the L, or link, level in the Input-output tables.

[8] Ce niveau d'agrégation des branches d'activité est appelé niveau L, ou niveau d'agrégation commun, dans les tableaux d'entrées-sorties.

of asset data for 1961 to 1996. As before, the estimated series were made to agree with the control totals.

For the pre-1961 period, the only source of data was the investment by component and hence the type of asset detail had to be calculated using ratios. The ratios were calculated using an average, by industry, over the 1961 to 1970 period, of the proportion of the investment by type of asset to the investment by component. These ratios were then applied to the investment by component data prior to 1961.

Price indexes for type of asset series

For the period covered by regular annual updates i.e., the base year (currently 1997) to the latest year, the compilation of price indexes for type of asset data is the same as for the component by industry price indexes up to the assembling of commodity prices. At this point, instead of being aggregated to the investment component level (building construction, engineering construction, and machinery and equipment), the commodity indexes are transformed to type of asset indexes by means of concordance tables.

Prior to 1997, the indexes were compiled from different sources, depending on the time period and the type of asset. The data from different periods were reconciled for each index to ensure smoothness and integrity. The base year of the final indexes is 1997 (i.e. 1997 = 100).

For 1971 to 1996, most price indexes were directly available from various divisions in Statistics Canada. Price indexes by type of asset for building construction were taken directly from Prices Division. These indexes measure the change in contractors' selling prices for non-residential construction. The engineering construction price indexes by type of asset came from Income and Expenditure Accounts Division. Commodity price indexes for machinery and equipment, except for computers, were taken directly from Prices Division and converted to type of asset price indexes by means of concordance tables. The index for computers came from Income and Expenditure Accounts Division.

d'actifs ont été créés pour introduire les données par catégorie d'actifs pour 1961 à 1996. Comme auparavant, on a fait concorder les séries estimées et les totaux de contrôle.

Pour les années antérieures à 1961, la seule source de données était l'investissement selon la composante et, il a donc fallu calculer les données détaillées par catégorie d'actifs à l'aide de rapports. Ceux-ci ont été calculés en partant d'une moyenne, sur la branche d'activité, de 1961 à 1970, de la proportion d'investissement par composante. Puis on a appliqué ces rapports aux données sur l'investissement par composante recueillies pour les années antérieures à 1961.

Indices des prix pour les séries par catégorie d'actifs

Pour les périodes couvertes par les mises à jour annuelles ordinaires, c'est-à-dire de l'année de base (à l'heure actuelle, 1997) à l'année la plus récente, la méthode suivie pour produire les indices des prix applicables aux données par catégorie d'actifs est la même que pour les indices des prix applicables aux composantes par branche d'activité jusqu'à l'étape de la production des prix des produits. À ce stade, au lieu d'être agrégés au niveau de la composante de l'investissement (construction de bâtiments, travaux de génie ou machines et matériel), les indices des prix des produits sont transformés en indices des prix par catégorie d'actifs au moyen de tableaux de concordance.

Pour les années antérieures à 1997, on a calculé les indices d'après des données provenant de sources diverses, selon la période de référence et la catégorie d'actifs. Pour chaque indice, les données recueillies pour des périodes différentes ont été rapprochées pour s'assurer de leur lissage et de leur intégrité. L'année de base des indices finaux est 1997 (c.-à-d. 1997 = 100).

Pour la période de 1971 à 1996, la plupart des indices des prix ont été fournis directement par diverses divisions de Statistique Canada. Les indices des prix par catégorie d'actifs pour la construction de bâtiments sont ceux qui ont été calculés par la Division des prix. Ces indices mesurent la variation des prix de vente des entrepreneurs pour la construction non-résidentielle. Pour les travaux de génie, les indices des prix par catégorie d'actifs proviennent de la Division des comptes des revenus et des dépenses. Les indices des prix des produits pour les machines et le matériel, sauf les ordinateurs, ont été fournis directement par la Division des prix et convertis en indices des prix par catégorie d'actifs à l'aide de tableaux de concordance. Pour les ordinateurs, l'indice a été fourni par la Division des comptes des revenus et des dépenses.

For 1961 to 1970, the input-output tables were used to calculate implicit commodity price indexes, which were then converted to type of asset price indexes.
For the period prior to 1961, the only available data were the component price indexes by industry. The historical price indexes for the type of asset data were estimated by using weights calculated by taking the investment in a given asset per industry as a proportion of the total investment in that asset for the years 1961 to 1970. These weights were then applied to the price index for each industry for the appropriate component for each year in the historical period. The formulas are as follows.

$$plw_{ij} = \left(\sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right) / \left(\sum_{i} \sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right)$$

$$PI_{jt} = \sum_{i} plw_{ij} \times PI_{it}$$

PI_{jt} = price index in time t for asset j
PI_{it} = historical price index in time t for industry i
plw_{ij} = investment proportion by industry i in asset j
I_{ijt} = investment in asset j by industry i at time t.

Pour la période de 1961 à 1970, on s'est servi des tableaux d'entrées-sorties pour calculer les indices des prix implicites des produits, qui ont été convertis en indices des prix par catégorie d'actifs.
Pour les années antérieures à 1961, les seules données disponibles étaient les indices des prix des composantes par branche d'activité. On a estimé les indices des prix historiques applicables aux données par catégorie d'actifs au moyen de poids calculés en exprimant l'investissement dans un actif particulier par branche d'activité sous forme de proportion de l'investissement total dans cet actif pour les années 1961 à 1970. Puis, on a appliqué un indice des prix établi pour chaque branche d'activité pour la composante appropriée pour chaque année de la période historique. Les formules sont les suivantes :

$$plw_{ij} = \left(\sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right) / \left(\sum_{i} \sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right)$$

$$PI_{jt} = \sum_{i} plw_{ij} \times PI_{it}$$

PI_{jt} = indice des prix au temps t pour l'actif j
PI_{it} = indice des prix historiques au temps t pour la branche d'activité i
plw_{ij} = proportion de l'investissement de la branche d'activité i dans l'actif j
I_{ijt} = investissement de la branche d'activité i dans l'actif j au temps t

Service lives for type of asset

As mentioned in the description of the derivation of service lives for the industry by component measures, survey-based lives ("new" lives) are available beginning with the 1987 data year. Service lives for the industry by component measures prior to the availability of survey-based lives ("old" lives) had been based on other sources. Since these lives were generally longer than the survey-based lives, it was necessary to use an interpolation technique to allow the lives to decline from the old value to the new. In order to create equivalent time series of lives by type of asset, "old" and "new" lives had to be estimated at this detailed level. The same interpolation technique was then applied to the lives by type of asset to allow for the transition from the old to the new lives.

Two weights using investment were created for each type of asset by industry, one used in the estimation of the old life and the other in the estimation of the new life.

Durées de vie par catégorie d'actifs

Comme on le mentionne dans la description des calculs des durées de vie entrant dans les mesures par branche d'activité selon la composante, on dispose de données d'enquête sur la durée de vie (« nouvelles » durées de vie) à compter de l'année de référence 1987. Les durées de vie utilisées pour calculer les mesures par branche d'activité selon la composante avant que l'on ne dispose de données d'enquête (« anciennes » durées de vie) étaient fondées sur d'autres sources. Puisque ces durées de vie étaient, en général, plus longues que celles estimées d'après les données d'enquête, il a fallu utiliser une méthode d'interpolation pour permettre le passage des anciennes aux nouvelles valeurs. Afin de créer des séries chronologiques équivalentes de durées de vie par catégorie d'actifs, on a dû estimer les « anciennes » et les « nouvelles » durées de vie à ce niveau de détail. Puis, on a appliqué la même méthode d'interpolation aux durées de vie par catégorie d'actifs pour tenir compte de la transition des anciennes aux nouvelles valeurs.

Pour chaque catégorie d'actifs par branche d'activité, on a créé deux poids fondés sur l'investissement, l'un utilisé pour estimer l'ancienne durée de vie et l'autre, la nouvelle.

$$olw_{ij} = \left(\sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right) / \left(\sum_{i} \sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right)$$

$$nlw_{ij} = \left(\sum_{t=1961}^{1996} I_{ijt} \right) / \left(\sum_{i} \sum_{t=1961}^{1996} I_{ijt} \right)$$

olw_{ij} = proportion of investment by industry i in asset j to be applied to the old life
nlw_{ij} = proportion of investment by industry i in asset j to be applied to the new life
I_{ijt} = investment in asset j by industry i at time t.

The old and new lives for each type of asset were estimated by applying these weights to the old and new lives of the appropriate component by industry and summing over industries.

$$OL_j = \sum_i olw_{ij} \times OL_{ic}$$
$$NL_j = \sum_i nlw_{ij} \times NL_{ic}$$

OL_j = estimated old life for type of asset j.
NL_j = estimated new life for type of asset j.
OL_{ic} = old life of component c in industry i.
NL_{ic} = new life of component c in industry i.

$$olw_{ij} = \left(\sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right) / \left(\sum_{i} \sum_{t=1961}^{1970} I_{ijt} \right)$$

$$nlw_{ij} = \left(\sum_{t=1961}^{1996} I_{ijt} \right) / \left(\sum_{i} \sum_{t=1961}^{1996} I_{ijt} \right)$$

olw_{ij} = proportion de l'investissement de la branche d'activité i dans l'actif j à appliquer à l'ancienne durée de vie
nlw_{ij} = proportion de l'investissement de la branche d'activité i dans l'actif j à appliquer à la nouvelle durée de vie
I_{ijt} = investissement de la branche d'activité i dans l'actif j au temps t.

Pour chaque catégorie d'actifs, on a estimé les anciennes et nouvelles durées de vie en appliquant ces poids aux anciennes et aux nouvelles durées de vie de la composante appropriée par branche d'activité, puis en faisant la somme sur l'ensemble des branches d'activité.

$$OL_j = \sum_i olw_{ij} \times OL_{ic}$$
$$NL_j = \sum_i nlw_{ij} \times NL_{ic}$$

OL_j = ancienne durée de vie estimée pour la catégorie d'actifs j.
NL_j = nouvelle durée de vie estimée pour la catégorie d'actifs j.
OL_{ic} = ancienne durée de vie pour la composante c dans la branche d'activité i.
NL_{ic} = nouvelle durée de vie pour la composante c dans la branche d'activité i.

Bibliography / Bibliographie

Achour, Dominique. "Méthodes d'évaluation du stock immobilier dans les séries temporelles." *L'Actualité économique,* 47,4 (1972): 703-717.

Ackerman, Susan Rose. "Used Cars as Depreciating Assets," *Western Econ. J.* 11 (December 1973): 463-474.

Barna T. "Alternative Methods of Measuring Capital." *Income and Wealt*h, Series 8, 1959: Chapter 2.

Blades, Derek. "Service Lives of Fixed Assets." OECD, Economics and Statistics Department, 4 (March 1983).

Canada, Department of Finance. *Income Tax Reform.* Ottawa, 1987.

_____. Statistics Canada. *Evaluation Report for the Capital Stock Survey Projec*t. Ottawa, June 1986.

Chinloy, Peter. "The Estimation of Net Depreciation Rates in Housing." Journal of Urban Economics, 6 (1979):432-443.

Christensen, L.R. and D.W. Jorgenson. "The Measurement of U.S. Red Capital Input, 1929-1967." *The Review of Income and Wealth,* Series 15, no. 4, 1969.

Coen, Robert. "Investment Behavior, the Measurement of Depreciation and Tax Policy." *American Economic Review,* 65 (March 1975): 59-74.

Denison, Edward. *Accounting for United States Economic Growth, 192.9-1969.* Washington, D.C.: The Brookings Institution, 1974.

Denny, Michael. *Endogenous Capital Utilization in a Short-run Production Model.* Toronto: Institute for Policy Analysis, University of Toronto, 1980.

Diewert, W. "Functional Forms for Profit and Transformation Functions." *Journal of Economic Theory,* 6 (1973): 284-316.

Economic Council of Canada. *Patterns of Growth: 7th Annual Review.* Ottawa, Supply and Services Canada, 1970, 93.

_____. *A Climate of Uncertainty: 17th Annual Review.*Ottawa, Supply and Services Canada, 1980, 87-103.

Fraumeni, Barbara M. "The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts. "*Survey of Current Business* (U.S. Department of Commerce), July 1997.

Goldsmith, R.W. "Measuring National Wealth in a System of Social Accounting." *Studies in lncome and Wealth* (National Bureau of Economic Research), 12 (1950).

_____. "A Perpetual Inventory of National Wealth." *Studies In Income and Wealth.* (National Bureau of Economic Research), 14 (1951).

Grebler, L., D.M. Blank and L. Winnich. "Capital Formation in Residential Real Estate." National Bureau of Economic Research, New Jersey: Princeton University Press, 1956.

Helliwell, John F. "Stagflation and Productivity Decline in Canada, 1974-1982." *Canadian Journal of Economics,* 17, 2 (1984): 191-216.

Hood, Wm. C. and A. Scott. *Output, Labour and Capital in the Canadian Economy.* A Study for the Royal Commission on Canada's Economic Prospects. Hull: Queen's Printer, 1957.

Huang, Kuen H. *Capital Stock Models and the Average Age of Fixed Capital.* Statistics Canada, working paper, March 1988.

Hulten, Charles R., ed. *Depreciation, Inflation, and the Taxation of Income from Capital*, Washington D.C.: The Urban Institute Press, 1981

Hulten, Charles R. and Frank C. Wykoff. "The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices." Journal of Econometrics, 15 (1981): 367-396.

Jorgenson, D.W. "The Theory of Investment Behavior." *Determinants of Investment Behavior,* R. Ferber ed., New York: National Bureau of Economic Research, 1967.

_____. "Econometric Studies of Investment Behavior: A Survey. "Journal of Economic Literature, 9 (December 1971): 1111-1147.

Jorgenson, Dale W. and Zvi Griliches. "The Explanation of Productivity Change." *Review of Economic Studies* (July 1987).

Katz, Arnold J. and Shelby W. Herman. "Improved Estimates of Fixed Reproducible Wealth, 1929-95. "*Survey of Current Business* (U.S. Department of Commerce), May, 1997

Kendrick, J.W. *The Formation and Stocks of Total Capital.* New York: National Bureau of Economic Research, 1976.

Koumanakos, P. *Alternative Estimates of Non-residential Capital In Canada, 1926-1975.* Statistics Canada, working paper, Ottawa: December 1975.

Koumanakos, P. and J.C. Hwang. *The Forms and Rates of Economic Depreciation, Canadian Experience.* Statistics Canada, working paper, Ottawa: 1989, revised 1993.

Koumanakos, P., P. H. Lapointe, B. O'Reilly and K. Patterson. *Some Issues to be Addressed In Examining the Feasibility of a Capital Stock Survey In Canada.* Statistics Canada, working paper, Ottawa: October 1982.

Leigh, W. "Economic Depreciation of the Residential Housing Stock of the United States, 1950-1970." *The Review of Economics and Statistics,* 62, 2 (May 1980).

Musgrave, J.C. "Fixed Non-residential Business and Residential Capital in the United States, 1925-1975." *Survey of Current Business,* 56, 4 (April 1976).

Rao, Someshwar. *Inter-factor Substitution and Total Factor Productivity Growth, Evidence from Canadian Industries.* Ottawa, Economic Council of Canada, 1983.

Redfem, P. "Net Investment in Fixed Assets in the United Kingdom, 1938.1942." *Journal of the Royal Statistical* Society, 110 8 (Series A), no. 2 (1955).

Rymes, T. K. *Fixed Capital Flows and Stocks, Manufacturing, Methodology, Canada, 1926-1960.* Statistics Canada, Catalogue No. 13-522. Hull: Queen's Printer, 1967.

Solow, Robert. "Technology Change and the Aggregate Production Function." *The Review of Economics and Statistics,* 39 (August 1957): 312-320.

Statistics Canada 1994. *Fixed capital flows and stocks, 1961-1994, Historical* (Statistics Canada Catalogue no. 13-568 Occasional). Ottawa: Minister responsible for Statistics Canada

Tice, H.S. "Depreciation, Obsolescence, and the Measurement of the Aggregate Capital Stock of the United States, *1900-1962." The Review of Income and Wealth,* Series 13, no. 2 (June 1967).

United States, Department of Labor. *Capital Stock Estimates for Input-Output Industries: Methods and Data.* Bureau of Labor Statistics, Bulletin 2034, Washington, D.C.: GPO, 1979.

_____. Department of Labor. "Capital Input and Capital and Labor Shares." *Trends In Multifactor Productivity,* 1948-81. Bureau of Labor Statistics, Bulletin 2178 (September 1983): 39-59.

Varian, H. *Microeconomic Analysis.* New York: Norton, 1989.

Ward, M. *The Measurement of Capital. The Methodology of Capital Stock Estimates in OECD Countries*. Paris: OECD, 1976.

Young, A.H., J.C. Musgrave and C. Harkins. "Residential Capital in the United States, 1925-1970." *Survey of Current Business* (November 1971).