

13-604  
no. 8  
c. 3

Income and Expenditure Accounts Division

# Volume Indexes in the Income and Expenditure Accounts

Technical Series

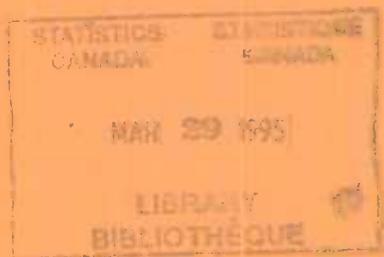
Number 8

Division des comptes des revenus et dépenses

# Les indices de volume dans les comptes des revenus et dépenses

Série technique

Numéro 8





# 5051 (E)

Volume Indexes in the Income and  
Expenditure Accounts

# 5059 (F)

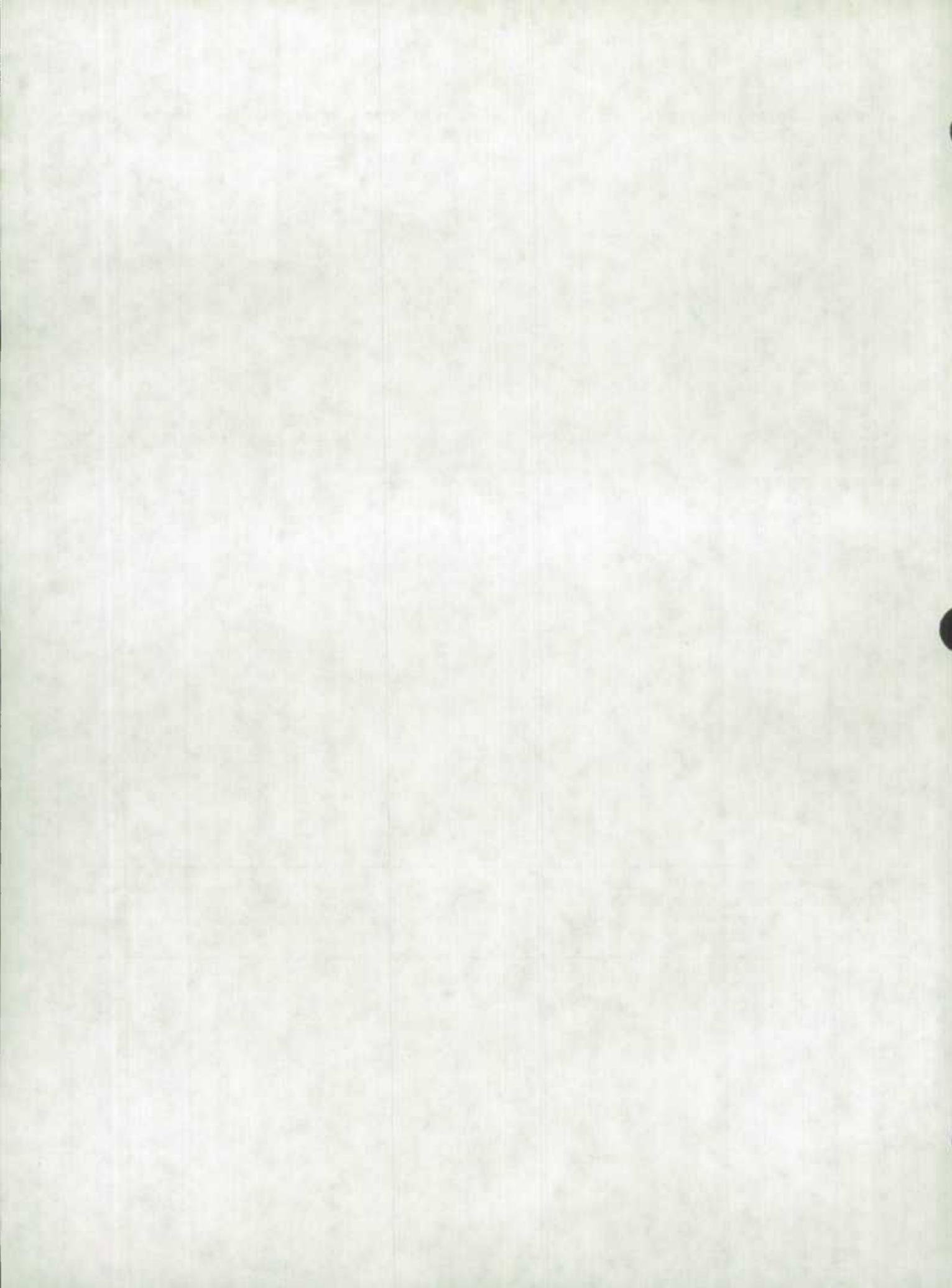
Les indices de volume dans les comptes des  
revenus et dépenses

Reprinted from National Income and Expenditure Accounts  
First Quarter, 1990  
(Catalogue No. 13-001)

Tiré à part de Comptes nationaux des revenus et dépenses  
Premier trimestre de 1990  
(Nº 13-001 au catalogue)

This article was written by Marie Saulnier of the  
Income and Expenditure Accounts Division. For further  
information on the materials covered in this paper,  
please contact her at 613-951-4792.

Cet article a été écrit par Marie Saulnier de la Division des  
comptes des revenus et dépenses. Pour plus de  
renseignements sur ce document, veuillez communiquer avec  
elle au 613-951-4792.



## Volume Indexes in the Income and Expenditure Accounts

### Introduction

At present, there is only one indicator of real gross domestic product (GDP) in the Income and Expenditure Accounts – a Laspeyres fixed-weighted index. However, this certainly should not be taken to imply that this is the only possible such measure or even necessarily the best one. One cannot over-emphasize the point that there is no "true" volume growth measure, no 'correct answer' to the question: "How much would gross domestic expenditure have increased if the general level of prices had not changed?" The fact is that the concept of the general price level is not well defined. Relative prices as well as the general level of prices change continually. Economic agents, consumers and producers, make their choices in a given environment and the choices they would have made in some alternative environment are not observable. Controlled experiments are not feasible in economics. Not being an exact science, economics depends largely on the reliability of our judgements and our instruments. The practical question becomes: "How can non-additive quantity changes be combined into a single index which can be interpreted as a global measure of the volume of production in the economy?"

The index number problem presents itself, then, as one of summarizing in a single quantitative indicator, several individual measures for which there is no common unit of measurement. Faced with the impossibility of adding "apples and oranges", the specialists in this field have tried to develop a variety of techniques to quantify the abstract concept of aggregate growth in real terms. The different index number formulas correspond more or less to what one would like to measure in theory, and they have statistical properties which are more or less desirable depending on what use is to be made of them. No index possesses all the desirable properties, nor is there one which perfectly captures the microeconomic concept of an index (which will be discussed in a subsequent section). Having taken note of the limitations of indexes, we can proceed to examine, forewarned, the various formulations which have been proposed and then evaluate them in order to select one or several measures which suit the needs of national accounts users.

The uses that are made of the estimates of real economic growth are numerous and varied. This is also true for the counterpart to these estimates: the measures of inflation<sup>1</sup>. Production volume estimates

<sup>1</sup> A discussion of measures of inflation may be found in Fortin (1990).

## Les indices de volume dans les comptes des revenus et dépenses

### Introduction

À l'heure actuelle, les comptes des revenus et dépenses ne comprennent qu'une mesure du produit intérieur brut (PIB) en termes réels – un indice Laspeyres à pondération fixe. Ceci ne signifie aucunement qu'il s'agisse là de la meilleure ni de la seule mesure possible. On ne saurait trop insister sur le fait qu'il n'y a pas de "vraie" mesure de la croissance en volume, de "bonne réponse" à la question: "De combien aurait augmenté la dépense intérieure brute si le niveau général des prix n'avait pas changé?" Le fait est que le concept du niveau général des prix n'est pas bien défini. Les prix relatifs ainsi que le niveau des prix changent continuellement. Les agents économiques, consommateurs et producteurs, ont fait des choix dans un environnement donné et ce qu'ils auraient choisi dans un autre environnement n'est pas observable. Les expériences en milieu contrôlé ne sont pas faisables en science économique. N'étant pas une science exacte, elle dépend largement du degré de perfection de nos sens et de nos instruments. La question pratique que l'on doit alors se poser est la suivante: "Comment combiner des changements de quantités non additifs en un seul indice qui puisse être interprété comme une mesure globale de la variation de la production en volume dans l'économie?"

Le problème de l'indice devient alors celui de résumer en une expression quantitative des mesures individuelles pour lesquelles il n'y a pas d'unité commune. Devant l'impossibilité d'additionner "des pommes et des oranges", les spécialistes du domaine ont tenté de développer diverses techniques pour quantifier le concept abstrait de la croissance agrégée en termes réels. Les différentes formules d'indices correspondent plus ou moins à ce qu'on veut mesurer en théorie et celles-ci ont des propriétés statistiques plus ou moins souhaitables selon l'usage qu'on veut en faire. Aucun indice ne possède toutes les propriétés désirables ni ne cerne parfaitement le concept micro-économique de l'indice, lequel sera discuté dans une section subséquente. Ayant pris conscience des limites des indices, nous pouvons examiner en tant qu'économistes avertis les différentes formulations qui nous sont proposées de part et d'autre, et en faire une évaluation sur les plans économique et statistique dans le but de choisir une ou plusieurs mesures qui conviennent aux besoins des utilisateurs des comptes nationaux.

Les usages que l'on fait des estimations de la croissance réelle sont nombreux et variés. Il en est de même pour la contrepartie de ces estimations: les mesures de l'inflation<sup>1</sup>. Les estimations de la production en volume permettent aux

<sup>1</sup> On peut retrouver une discussion des mesures de l'inflation dans Fortin (1990).

allow analysts to monitor the economy. They are used in calculating the size of the gap between actual and potential economic performance. Real growth is also a key indicator of economic cycles. Moreover, the concept is used in fixing long-term economic growth objectives and in establishing a framework for micro- and macroeconomic forecasts. In view of the considerable importance which is accorded to volume indexes, it is very important to keep in mind that they remain arbitrary measures and that there are other equally useful formulas to measure the volume of transactions. It is in this spirit that Statistics Canada takes an interest in the issue, and is examining at close range the possible formulas for measuring real economic growth. Current research by the Organization for Economic Cooperation and Development on volume measures in the national accounts (Hill (1988)), by the Bureau of Economic Analysis in the United States (Young (1989)), by the Central Statistical Bureau of the Netherlands (Al, Balk, de Boer and den Bakker (1986)) and by the Research Institute of the Finnish Economy (Vartia (1976)) bear witness to the growing interest by statistical agencies in the subject of volume indexes.

The present study was carried out in two parts. In the first, the focus was on the sensitivity of national accounts aggregates in real terms to the choice of weights. The results are presented in Saulnier (1990). Laspeyres volume indexes were recalculated using the prices from the years 1981 through 1989. In brief, the study found there are significant differences in the annual and quarterly growth rates during the 1980s depending on the choice of base year, growth being generally weaker when evaluated using prices from a more recent period. For the period covered by the study (1981-1989), economic cycles remained essentially the same no matter which set of prices was used. Of the main GDP aggregates, machinery and equipment investment as well as exports and imports of merchandise were the components most sensitive to changes in weights during the period studied.

This paper presents the results of the second part of the study, involving a comparison of different measures of real growth. The first section presents a brief overview of index number theory. In a second section the formulas for the Laspeyres, Fisher and Vartia-I indexes – those given primary attention in this study – are presented. The paper concludes with the empirical results from applying these formulas to the Canadian Income and Expenditure Accounts.

## Section 1 – Index Number Theory

### Historical Overview

In its initial blossoming, index number theory focused exclusively on price indexes. The first formula proposed was that of an index of prices evaluated with a fixed basket of goods. Among those adopting this approach at the turn of the century, were Lowe, Jevons, Sidgwick, Edgeworth, Marshall, Bowley, Walsh and Pigou.

analystes de tâter le pouls de l'économie. Elles servent à déterminer l'amplitude de l'écart entre la performance actuelle et la performance potentielle de l'économie. La croissance réelle est aussi l'indicateur clé des cycles économiques. De plus, elle permet à la fois de fixer des objectifs de croissance économique à long terme et d'établir un cadre de référence sur lequel se basent les prévisions tant au niveau micro-économique que macro-économique. Vu l'importance qu'on accorde aux indices de volume, il ne faudrait pas oublier qu'il s'agit de mesures arbitraires et qu'il y a d'autres formules tout aussi valables qui mesurent le volume des transactions. C'est dans cet esprit que Statistique Canada se penche sur la question afin d'examiner de plus près les formules possibles pour mesurer la croissance en termes réels. La recherche sur les mesures de volume dans les comptes nationaux par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (Hill (1988)), par le Bureau of Economic Analysis des États-Unis (Young (1989)), par le Bureau central des statistiques des Pays-Bas (Al, Balk, de Boer et den Bakker (1986)) et par l'Institut de recherche de l'économie de la Finlande (Vartia (1976)) témoigne de l'intérêt accru que portent les différentes agences à la question des indices de volume.

Cette étude a été effectuée en deux temps. En premier lieu, une étude de la sensibilité des agrégats de la comptabilité nationale en termes réels au choix de la pondération a été entreprise et les résultats sont présentés dans Saulnier (1990). Les indices de volume de type Laspeyres ont été recalculés successivement aux prix des années 1981 à 1989. En bref, l'étude a révélé qu'il y a une différence significative dans les taux de croissance annuels et trimestriels des années 80 selon le choix de la période de référence, la croissance étant généralement plus faible lorsqu'on l'évalue aux prix d'une période plus récente. Pour la période à l'étude (i.e. 1981-1989), les cycles économiques restent sensiblement les mêmes que soient les prix choisis. Parmi les agrégats principaux du PIB, on a noté que l'investissement en machines et matériel ainsi que les exportations et les importations de marchandises sont les rubriques les plus sensibles au changement de pondération durant la période en question.

On présente ici le deuxième volet de l'étude qui porte sur la comparaison de différentes mesures de la croissance réelle: la première section donne un bref aperçu de la théorie des indices; dans la deuxième section sont présentées les indices Laspeyres, Fisher, Vartia-I lesquels sont au centre de cette étude; suivent les résultats empiriques de l'application de ces formules aux comptes des revenus et dépenses du Canada.

## Section 1 – Théorie des indices

### Survol historique

Dans son courant initial, la théorie des indices portait exclusivement sur les indices de prix. La première formule proposée fut celle d'un indice de prix évalué avec un panier de biens fixe. Au tournant du siècle dernier, on compte parmi ceux qui soutenaient cette même approche des chercheurs tels Lowe, Jevons, Sidgwick, Edgeworth, Marshall, Bowley, Walsh et Pigou.

The major question tackled by many of the pioneers of this period concerned the choice of the basket of goods. It was during this period that the classic Laspeyres and Paasche indexes emerged (in 1871 and 1874 respectively). Other investigators such as Sidgwick, Bowley and Fisher suggested using, as a measure of price change, an average of the Laspeyres and Paasche indexes. Still others recommended using an average of the two baskets of goods in the two time periods being compared.

A second current of thought from the late 1800s was the **statistical approach**. This was based on the hypothesis that an increase in the supply of money would raise all prices proportionally, except for some random fluctuations. A price index should then be constructed, it was argued, by taking an arithmetic or geometric mean of price relatives, depending on the behaviour of the random error component. Jevons, Bowley and Edgeworth were those most closely associated with this approach. The underlying hypothesis associated with this approach, which essentially denied the importance of relative price changes, was ultimately disproved by, among others, Fisher and Keynes.

In the **axiomatic approach**, the fundamentals of which date from the earliest work on price indexes, an index is defined in terms of certain arithmetical properties (tests) which are thought to be desirable if the index is to be useful in economic analysis and policy development. The economists and statisticians who have contributed to this approach are numerous. Irving Fisher is generally recognized as the founder of this approach. In the last few years, the research of Wolfgang Eichhorn and his colleagues has contributed to a resurgence of the axiomatic approach.

In a further stage of development, attempts were made to integrate price indexes with microeconomic theory. Theoretical indexes were defined based on functional relationships between prices and quantities. Normally one cannot calculate such theoretical indexes in practice. The originators of this "cost of living index" theory were Bennet, Kōnus and Bowley. Kōnus, who is the one most often associated with the origins of this **economic approach**, established observable bounds for the theoretical cost of living index. This somewhat esoteric approach will be considered again below.

In the more recent literature, Diewert introduces the concept of superlative indexes. Certain indexes constructed for their mathematical properties are interpreted (*a posteriori*) as indexes which are theoretical or exact for a particular functional form of the aggregation function (i.e., the utility function or the production function). For example, the Fisher ideal index is superlative because it corresponds to the theoretical index for a quadratic utility function. This approach reconciles theory and practice in giving an economic reason for the statistical indexes which one can calculate. At the same time, it must be granted that the particular hypotheses on the form of the aggregation functions which have been considered are restrictive and not very realistic.

La question abordée par plusieurs des pionniers de cette période fut celle du choix du panier de biens. C'est à ce moment qu'émergèrent les indices classiques de Laspeyres et de Paasche (en 1871 et en 1874 respectivement). D'autres experts tels Sidgwick, Bowley et Fisher conseillent alors d'utiliser comme mesure de la variation des prix une moyenne des indices Laspeyres et Paasche. D'autres encore recommandent l'emploi d'une moyenne des paniers de biens dans les deux périodes comparées.

Un deuxième courant de la fin du 19<sup>e</sup> siècle introduit l'**approche statistique**. Cette approche est basée sur l'hypothèse qu'une augmentation de l'offre de monnaie augmente tous les prix d'une façon proportionnelle, exception faite de fluctuations aléatoires. Un indice de prix serait construit correctement en prenant une moyenne arithmétique ou géométrique des rapports de prix, selon le comportement de l'erreur aléatoire. Jevons, Bowley et Edgeworth sont les noms que l'on associe à cette approche. L'hypothèse sous-jacente à cette approche, laquelle n'admet pas l'importance des prix relatifs, fut réfutée, entre autres, par Fisher et par Keynes.

L'**approche axiomatique**, dont les fondements datent du courant initial, est caractérisée par la définition d'un indice en fonction de certaines propriétés arithmétiques (tests) afin qu'il soit utile à l'analyse économique et à l'élaboration de politiques. Les économistes et les statisticiens qui ont contribué à l'approche des tests sont nombreux. Irving Fisher est généralement reconnu comme le "père" de cette approche. Au cours des dernières années, la recherche de Wolfgang Eichhorn et de ses collègues a contribué à ressusciter l'approche axiomatique.

Dans une étape subséquente, les indices sont abordés du point de vue de la théorie micro-économique. L'indice théorique est ainsi défini par rapport aux relations fonctionnelles qui associent prix et quantités. On ne peut pas calculer cet indice en réalité. Aux origines de cet "indice du coût de la vie", on retrouve les auteurs Bennet, Kōnus et Bowley. Kōnus, que l'on associe le plus souvent aux origines de l'**approche économique**, a établi les bornes calculables de l'indice du coût de la vie. Cette approche quelque peu ésotérique sera revue plus loin.

Dans la littérature plus récente, Diewert introduit le concept d'indice superlatif. Certains indices construits pour leurs propriétés mathématiques sont interprétés (*a posteriori*) comme des indices exacts, dans le sens micro-économique, pour une forme fonctionnelle spécifique de la fonction d'agrégation (i.e. la fonction d'utilité ou la fonction de production). Par exemple, l'indice idéal de Fisher est superlatif car il correspond à l'indice théorique pour une fonction d'utilité de forme quadratique. Cette approche réconcilie la théorie et la pratique en donnant une raison économique aux indices statistiques qu'on peut calculer. Toutefois, les hypothèses sur la forme des fonctions d'agrégation sont restrictives et peu réaliste.

The two mainline approaches in the evolution of index number theory will now be summarized. This overview presumes that the reader has a basic knowledge of economics and statistics. The classic reference work containing a more complete presentation on this topic is Allen (1975).

### The Economic Approach

Theoretical foundations are important for the evaluation of index numbers. The microeconomic theory of index numbers begins by postulating a functional relationship between prices and quantities. One finds at the root of this relationship two types of "aggregation functions": the utility function in the framework of consumer demand theory and the production function in the context of producer supply theory.

In short, the approach based on consumer theory generates a theoretical index of prices or quantities for a representative consumer who makes choices in order to gain the maximum satisfaction within his budget constraint, under the hypothesis of unchanging preferences. In a similar way, one obtains from the theory of the producer an index which reflects profit maximization and the assumption of a given technology.

The theory of the cost of living index is based on the microeconomic theory of the consumer. There is no consensus, however, on the idea that the theory of the producer provides the appropriate base to support a theory of indexes for deflating GDP.<sup>2</sup> In the framework of the Income and Expenditure Accounts, it is not clear whether either of these approaches is uniquely appropriate since GDP results from the choices of both consumers and producers in the economy.

The concept of a theoretical price index in consumer theory answers the following question: What is the ratio of minimal expenditures required for the consumer to be indifferent between two price structures? However, the corresponding theoretical concept for a volume index is more difficult to come to grips with in intuitive terms. For a long time, volume indexes have remained in the background of the literature, and they are still misunderstood by many users of the national accounts today.

The theoretical volume index can be interpreted as the product which results from deflating the consumer's income by the cost of living index. One thus obtains, for two given volume situations, a ratio of minimal expenditures required to attain two different levels of well-being, given the same price regime. Given that in reality prices have changed, one must choose a structure of prices from a given period, or a combination of prices from more than one period, to evaluate this change in real income.

<sup>2</sup> Fisher and Shell (1972) show that there is an equivalence between the indexes derived from the theory of the consumer and the theory of the producer.

Les deux approches qui se sont distinguées davantage dans l'évolution de la théorie des indices seront maintenant passées en revue. Ce survol est fait à l'intention des lecteurs/lectrices ayant des connaissances de base en science économique et en statistiques. L'ouvrage de référence classique pour une explication plus élaborée est Allen (1975).

### Approche économique

Les fondements théoriques sont importants pour évaluer les qualités des indices. La théorie micro-économique des indices postule une relation fonctionnelle entre les prix et les quantités. On retrouve à la base de cette relation deux types de "fonction d'agrégation": la fonction d'utilité dans le cadre de la théorie du consommateur, et la fonction de production dans le cadre de la théorie du producteur.

En bref, l'approche de la théorie du consommateur génère un indice théorique des prix ou quantités pour un consommateur type qui fait des choix de façon à tirer le maximum de satisfaction de son budget, sous l'hypothèse que ses préférences ne changent pas. D'une façon analogue, on obtient de la théorie du producteur un indice pour un producteur qui maximise ses profits, avec une technologie donnée.

La théorie de l'indice du coût de la vie est basée sur la théorie micro-économique du consommateur. Il n'y a pas de consensus, par contre, sur l'idée que la théorie du producteur soit la base appropriée sur laquelle s'appuierait une théorie des indices pour dégonfler le PIB<sup>2</sup>. Dans le cadre des comptes des revenus et dépenses, il n'est pas clair qu'aucune de ces approches ne soit la bonne puisque le PIB résulte des choix des consommateurs et des producteurs dans l'économie.

Le concept d'indice théorique de prix dans la théorie du consommateur répond à la question suivante: quel est le rapport de dépenses minimales pour que le consommateur soit indifférent entre deux structures de prix différentes? Le concept théorique de l'indice de volume est plus difficile à assimiler en termes intuitifs. Les indices de volume sont longtemps restés dans l'arrière-plan de la littérature sur les indices, et restent mal compris par beaucoup d'utilisateurs des comptes nationaux.

L'indice théorique de volume peut être interprété comme le produit de la déflation du revenu du consommateur par l'indice du coût de la vie. On obtient donc, pour deux situations de volume données, un rapport de dépenses minimales requises pour acquérir deux niveaux de bien-être, étant donné un même régime de prix. Puisqu'en réalité les prix ont changé, on doit choisir une structure de prix à une période donnée, ou une combinaison des prix de plus d'une période pour évaluer cette variation de revenu réel.

<sup>2</sup> Fisher et Shell (1972) démontrent qu'il y a une équivalence entre les indices abordées dans la théorie du consommateur et dans la théorie du producteur.

The Laspeyres and Paasche indexes have a link to the true index postulated in economic theory. Under certain conditions, the Laspeyres volume index represents an upper bound on the theoretical volume index and the Paasche volume index represents a lower bound. Despite the fact that the hypotheses underlying these statements abstract from several factors, one often observes a tendency for the Laspeyres volume index to exceed the corresponding Paasche index.<sup>3</sup>

Practically speaking, it is not possible to calculate national accounts indexes using individual prices and quantities for each good and service produced. The reasons why such microeconomic data cannot be used are simple: (1) the cost of dealing with such a large number of series would be prohibitive and (2) the data are not available. Rather, the work is done at the level of groups of goods and services, for which actual prices and quantities are replaced by indexes.

If the indexes which represent these groups are not of the same type as the aggregate index to be derived, the calculations will be inexact. For example, if one calculates an aggregate Laspeyres volume index using Paasche volume indexes to represent the grouped data, the calculated index will be less than or equal to the index that would result if Laspeyres volume indexes were used. So the gap between the Laspeyres and Paasche indexes will be narrowed if inappropriate index number formulas are used for the groups. To construct estimates at constant prices (i.e. Laspeyres indexes), one should in principle use Paasche price indexes to deflate group values, thereby obtaining Laspeyres volume indexes for the groups. This prescription is followed in the deflation method for international trade, since Laspeyres volume indexes are available for the 67 groups of export and import commodities. However, for personal expenditure on consumer goods and services, the information necessary to calculate the Paasche price indexes which are required for deflation is not available. For

Les indices Laspeyres et Paasche ont un lien avec l'indice véritable postulé en théorie économique. Dans certaines circonstances, l'indice de volume Laspeyres représente la borne supérieure et l'indice de volume Paasche la borne inférieure de l'indice de volume théorique<sup>3</sup>. Malgré le fait que les hypothèses sous-jacentes à cette affirmation font abstraction de plusieurs facteurs, l'indice de volume Laspeyres a tendance à excéder l'indice Paasche correspondant.

En pratique, dans les comptes nationaux, on ne peut calculer les indices avec les prix et les quantités de chaque bien et service. Les raisons pour lesquelles les données micro-économiques ne sont pas utilisées sont simples: (1) le coût du traitement d'un si grand nombre de séries serait prohibitif et (2) les données ne sont pas disponibles. On travaille plutôt avec des groupes de biens et services pour lesquels les quantités et les prix sont remplacés par des indices.

Si les indices qui représentent ces groupes ne sont pas du même type que l'indice qu'on veut calculer pour l'ensemble, les résultats seront inexacts. Par exemple, si on calcule un indice de volume Laspeyres en utilisant des indices de volume Paasche pour représenter les données groupées, l'indice sera inférieur ou égal à l'indice Laspeyres calculé à partir de chacun des biens et services. On peut donc s'attendre à ce que l'écart entre les indices Paasche et Laspeyres soit réduit si on n'utilise pas les indices appropriés pour estimer le volume des groupes de biens et services. Pour construire des estimations aux prix constants (i.e. indice de type Laspeyres), on devrait en principe utiliser des indices de prix Paasche pour dégonfler la valeur des données groupées, afin d'obtenir des indices Laspeyres de volume. On suit cette prescription dans la méthodologie pour le commerce international car les estimations des indices de volume Laspeyres sont disponibles au niveau des 67 groupes pour les exportations et les importations de biens et services. Par contre, dans le calcul des dépenses personnelles en biens et services de consommation, l'information nécessaire pour construire des indices de prix Paasche n'est pas disponible.

<sup>3</sup> If one is to give the consumer an amount of money corresponding to his loss of purchasing power due to inflation, then using the Laspeyres index to measure this, he will have the means to procure the same basket of goods that he did before the increase in the general level of prices. But with the new prices he will, in general, consume a different basket of goods. Assuming the consumer maximizes his satisfaction in both instances and that his tastes do not change, one can conclude that his new choice has improved his well-being relative to the starting position. The compensation given to the consumer exceeds the amount necessary for him to be indifferent between the two situations, so the Laspeyres index overestimates the cost of living evaluated with the consumer's tastes at the starting point. Similarly, the Paasche index underestimates the theoretical price index with current preferences. The Laspeyres volume index, which corresponds to a series in current dollars deflated by the appropriate Paasche price index, thus overestimates the theoretical volume index because too large a proportion of the change in value is explained in terms of a price change. In a similar way, the Paasche volume index underestimates the theoretical volume index with current preferences.

<sup>3</sup> Si on donne au consommateur un montant d'argent qui correspond à sa perte de pouvoir d'achat due à l'inflation, telle que mesure l'indice de prix Laspeyres, celui-ci a donc les moyens de se procurer le même panier de biens qu'avant la hausse générale des prix. Mais avec les nouveaux prix, on sait qu'il consomme un panier de biens différent. Étant donné les hypothèses que le consommateur maximise sa satisfaction et que ses goûts ne changent pas, on peut conclure que son nouveau choix a augmenté son bien-être par rapport à la situation de départ. La compensation donnée au consommateur excède le montant nécessaire pour qu'il soit indifférent entre les deux situations, donc l'indice de prix Laspeyres surestime l'indice du coût de la vie avec les préférences de la situation de départ. D'une façon analogue, l'indice Paasche sous-estime l'indice de prix théorique avec les préférences courantes. L'indice de volume Laspeyres, qui correspond à la valeur courante d'une série dégonflée par l'indice Paasche des prix, va donc surestimer l'indice de volume théorique car une trop petite proportion de la variation de valeur est expliquée par une variation dans les prix. De la même façon, l'indice de volume Paasche sous-estime l'indice théorique de volume.

indexes such as Fisher or Vartia-I, it seems quite improbable that the appropriate type of index will be produced at the level of detail necessary in the foreseeable future. The Fisher and Vartia-I indexes must then be calculated from Laspeyres or Paasche sub-indexes, depending upon their availability.

Knowledge of the theoretical underpinnings of indexes is helpful for understanding index comparisons. But from a practical point of view, this tool, even in the most simple case, cannot yield a real solution because information is lacking on the preferences of agents and on production possibilities. Moreover, the assessment of indexes applying to all agents in the economy poses an additional problem, that of grouping together the transactions of many individuals whose preferences and behaviour are different. From an operational perspective, one must abandon the idea of measuring, in an unequivocal manner, variations in well-being or productivity.

### The Axiomatic Approach

The axiomatic approach, as opposed to the economic one which tries to resolve the index number problem at the microeconomic level, addresses the issue directly at the level of the overall economy. The aggregation problem is dealt with by choosing a weighting scheme which permits variations in non-additive quantities to be evaluated at a global level. The resulting volume index must be representative of all quantities in each group of goods and services.

There are many different ways to calculate means which will summarize these quantities. To choose among the various possibilities, predefined selection criteria are required. These criteria must have a theoretical basis and must take account of the purposes for which the indexes are to be used.

In the 1920s, Irving Fisher specified a series of tests designed for evaluating different indexes. Eichhorn and Voeller have improved and extended the approach in recent years. They define an index on the basis of four fundamental axioms: monotonicity, proportionality, price dimensionality and commensurability. The four axioms are explained below. Indexes possessing these properties also pass several of the tests proposed previously by Fisher.

#### Monotonicity

The volume index Q increases when the quantities of the current period increase or when the quantities of the reference period decrease.

#### Proportionality

If all quantities increase by the same proportion between the two periods being compared, the index will be equal to this proportion.

Dans le cas des indices Fisher et Vartia-I, dont les formules seront présentées dans la deuxième section, il est peu probable que les indices appropriés soient disponibles pour le détail requis dans un avenir prévisible. Les indices de volume Fisher et Vartia-I doivent être construits à partir d'indices de volume Laspeyres ou Paasche, selon leur disponibilité.

Les fondements théoriques sont utiles en tant qu'outil pour comprendre la nature des comparaisons que l'on fait. Mais au point de vue de la pratique, cet outil, même dans le plus simple des cas, ne peut générer de solution à cause du manque d'information sur les préférences des agents et sur les possibilités de production. De plus, l'évaluation des indices pour tous les agents de l'économie pose un problème additionnel, celui de regrouper les transactions d'un ensemble d'individus qui ont des préférences et des comportements différents. Pour rendre la question opérationnelle, il faut abandonner l'idée de mesurer les variations de bien-être ou de productivité d'une manière non équivoque.

#### Approche axiomatique

L'approche axiomatique, par opposition à l'approche économique qui tente de résoudre le problème de l'indice au niveau micro-économique, aborde directement le problème au niveau de l'économie entière. Le problème d'agrégation est résolu en choisissant une pondération qui permet d'évaluer d'une façon globale les variations des quantités qui ne s'additionnent pas ensemble. L'indice de volume doit être représentatif de toutes les quantités dans chaque groupe de biens et services.

Il y a une multitude de façons différentes de calculer des moyennes afin de résumer toutes ces quantités. Pour choisir entre ces diverses possibilités, il faut avoir des critères de sélection pré-définis. Ces critères doivent être fondés sur une base théorique, et doivent tenir compte des fins auxquelles ces indices vont être employé.

Durant les années 20, Irving Fisher a élaboré une série de tests ayant comme objet l'évaluation des différents indices. Eichhorn et Voeller ont perfectionné l'approche au cours des dernières années. Ils définissent un indice d'après quatre axiomes fondamentaux: la monotonie, la proportionnalité, l'indépendance par rapport à l'unité monétaire et l'homogénéité. Les quatres axiomes sont expliqués ci-dessous. Les indices qui possèdent ces propriétés passent du même coup plusieurs des tests définis antérieurement par Fisher.

#### Monotonie

L'indice de volume Q augmente lorsque les quantités de la période courante augmentent ou lorsque les quantités de la période de référence diminuent.

#### Proportionnalité

Si toutes les quantités augmentent dans la même proportion entre les deux périodes comparées, l'indice sera égal à cette proportion.

## Price dimensionality

The index is invariant to changes in the monetary unit of account from one period to the next.

## Commensurability

The index is invariant to changes in the unit of measure of quantities from one period to the next.

The group of indexes satisfying these four axioms is very large. It is when one adds further restrictions that the approach becomes particularly interesting for national accountants. Consider the additional tests which are most pertinent in the context of this work: the product test, the factor reversal test and the circularity (or transitivity) test.

- The **product test** requires that the change in value be decomposed in an exhaustive fashion by the indexes of price and volume. In the subsequent sections of this paper, this property will be referred to as the "exhaustive decomposition" property.
- The **factor reversal test** as presented by Eichhorn and Voeller (1983) corresponds to the strong version of the product test. This test stipulates that there should be indexes of price and of quantity of the same form for which the product is equal to the ratio of the values from the two periods being compared.
- An index possesses the property of **circularity** (or **transitivity**) if the value of the chain index is the same as the value of the index calculated directly using the two extreme values of the chain. In other words, if the circularity test is satisfied, a direct comparison of two non-adjacent situations should generate the same results as an indirect comparison of these two periods via one or more intermediate periods. In fact, there is no index which satisfies all four basic axioms as well as the product and circularity tests.

## Section 2 – Formulas

Economic activity, as measured in the System of National Accounts, is most often expressed in terms of value. A change in value reflects changes in price or in quantity. For each individual value series, one can easily divide the value change into two components: a quantity component, defined in terms of physical units of measurement, and a price component, defined in terms of the monetary price per physical unit of the item.

The estimates of the Income and Expenditure Accounts measure economic activity for aggregates of goods and services. Since there is more than one product, the concepts of price and quantity become more vague, given that the units of measurement for the different commodities are not comparable. It is not

## Indépendance par rapport à l'unité monétaire

L'indice ne varie pas en fonction d'un changement dans l'unité monétaire d'une période à l'autre.

## Homogénéité

L'indice ne varie pas en fonction d'un changement de l'unité de mesure des quantités d'une période à l'autre.

L'ensemble d'indices qui satisfont ces quatres axiomes est très grand. C'est lorsque l'on ajoute des restrictions supplémentaires que l'approche devient particulièrement intéressante pour les comptables nationaux. Considérons les tests additionnels qui sont pertinents au contexte de ce travail: le test de produit, le test de réversibilité des facteurs et le test de circularité (ou transitivité).

- Le **test de produit** exige que la variation de valeur soit décomposée de façon exhaustive par un indice de prix et un indice de volume. Dans les sections subséquentes de l'ouvrage, cette propriété sera appelée propriété de "décomposition exhaustive".
- Le **test de réversibilité des facteurs** tel que présenté dans Eichhorn et Voeller (1983) correspond à la version forte du test de produit. Ce test stipule qu'il doit exister un indice de prix et un indice de quantité de la même forme dont le produit est égal au rapport de la valeur des deux périodes comparées.
- Un indice possède la propriété de **circularité** (ou de **transitivité**) si la valeur de l'indice en chaîne est la même que la valeur de l'indice calculé directement à partir des deux extrémités de la chaîne. En autres mots, si la condition de circularité est satisfaite, une comparaison directe de deux situations non adjacentes doit générer les mêmes résultats qu'une comparaison indirecte de ces deux périodes via une ou plusieurs périodes intermédiaires. En fait, il n'existe pas d'indice qui satisfasse à la fois aux quatres axiomes de base, aux tests de produit et de circularité.

## Section 2 – Formules

L'activité économique, telle que mesurée dans le système de comptabilité nationale, est habituellement exprimée en termes de valeur. La variation de la valeur est due au changement dans les prix ou au changement dans les quantités. Pour une série individuelle, on peut facilement diviser la variation de valeur en deux composantes: la quantité, définie en termes des unités de mesure du produit, et le prix, défini en termes d'unités monétaires par unité du produit.

Les estimations des comptes des revenus et dépenses mesurent l'activité économique pour des agrégats de biens et de services. Dès que l'on a plus d'un produit, les concepts de prix et de quantité deviennent plus vagues, étant donné que les unités de mesure des différents produits ne sont pas comparables. On ne peut plus distinguer deux composantes

possible to distinguish two separate components in a pure manner since the quantity proportions of the various commodities as well as the relative prices are continually changing.

The weighting of quantities by prices is the statistical response to the problem of aggregation. The weighting structure is a new element in the decomposition of values which is not present when one thinks in terms of a single commodity. One can therefore distinguish three components of the value change: the pure price change, the pure quantity change and the structural change (in relative prices or quantities).

In order to maintain a consistent system within the Income and Expenditure Accounts, it is desirable that the change in value be decomposed in two factors (volume and price) in an exhaustive manner. Stated differently, a formula is sought which satisfies the condition of exhaustive decomposition described above. In practice, structural change is always present; accordingly, if the change in value is to be decomposed in two parts with no remainder, the structural change component must be allocated between these two components. The indexes differ from one another according to the manner in which they allocate the structural change element.

A volume index is sought which, in addition to satisfying the conditions enumerated in the preceding section, possesses the property of **consistency in aggregation**. An index which satisfies this property gives the same results whether one applies it to the individual series or to sub-aggregate series which have been grouped together using this same index.

A variant of the consistency in aggregation property, **additivity**, flows from the same characteristics of the Income and Expenditure Accounts. The condition stipulates that the index should generate the same **real values** whether one applies it to individual estimates or to sub-groups aggregated with the same formula. Without this property, it is necessary to include a large number of adjusting entries in the national accounts which have no economic significance.

To construct a volume index, a means must be found for aggregating ratios of quantities. Most index number formulas can be expressed either as a weighted arithmetic average of quantity or price ratios or as a weighted geometric average of these same ratios. Most indexes therefore take one of the following forms:

The arithmetic form:

$$Q = \sum \{w_i(q_{i1}/q_{i0})\} \text{ or } P = \sum \{w_i(p_{i1}/p_{i0})\}$$

The geometric form:

$$Q = \pi \{(q_{i1}/q_{i0})^{wi}\} \text{ or } P = \pi \{(p_{i1}/p_{i0})^{wi}\}$$

The Laspeyres and Paasche formulas fall into the first category (subscript i omitted),

pures puisque la proportion des quantités des différents produits ainsi que les prix relatifs changent continuellement.

La pondération des quantités par les prix est la réponse statistique au problème d'agrégation. Ceci implique un nouvel élément dans la décomposition de la valeur qui n'est pas présent lorsque l'on parle d'un produit unique, c'est-à-dire la structure de la pondération. On peut alors distinguer trois composantes de la variation de la valeur: la variation de prix pure; la variation de quantité pure; et le changement structurel (dans les prix ou les quantités relatifs).

Afin de maintenir un système cohérent dans les comptes des revenus et dépenses, il est souhaitable que la variation de valeur soit décomposée en deux facteurs (volume et prix) d'une manière exhaustive. Autrement dit, on cherche une formule satisfaisant la condition de décomposition exhaustive décrite ci-haut. En pratique, le changement structurel est toujours présent; alors si la variation de la valeur est décomposée en deux parties sans reste, il faut allouer le changement structurel à une ou à deux de ces composantes. Les indices diffèrent les uns des autres par la façon dont ils allouent ce changement structurel.

On cherche un indice de volume qui, en plus de satisfaire les conditions énumérées dans la section précédente, possède la propriété d'agrégation. L'indice qui possède cette propriété donne les mêmes résultats, qu'on l'applique aux séries individuelles ou bien à des groupes de séries représentés par ce même indice.

Une variante de la propriété d'agrégation, celle de l'additivité, découle de la nature même des comptes des revenus et dépenses. La condition stipule que l'indice doit générer les mêmes valeurs réelles, qu'on l'applique aux estimations individuelles ou à des sous-groupes agrégés avec la même formule. Sans cette propriété, il est nécessaire d'inclure dans les comptes nationaux en termes réels, un grand nombre d'ajustements sans signification économique.

Pour construire un indice de volume, on doit déterminer la façon d'agrégier les rapports de quantités. La plupart des formules d'indices peuvent être exprimées soit comme une moyenne arithmétique pondérée des rapports de quantités ou prix ou bien comme une moyenne géométrique pondérée de ces rapports. La plupart des indices prennent donc une des deux formes suivantes:

Forme arithmétique:

$$Q = \sum \{w_i(q_{i1}/q_{i0})\} \text{ ou } P = \sum \{w_i(p_{i1}/p_{i0})\}$$

Forme géométrique:

$$Q = \pi \{(q_{i1}/q_{i0})^{wi}\} \text{ ou } P = \pi \{(p_{i1}/p_{i0})^{wi}\}$$

La formule de Laspeyres ainsi que celle de Paasche tombent dans la première catégorie (le caractère i désignant chaque produit a été omis),

(1) = (2)

Laspeyres volume index:

$$QL = \frac{\sum(p_0q_1/p_0q_0)}{\sum(p_0q_0)} \cdot (q_1/q_0)$$

Laspeyres price index:

$$PL = \frac{\sum(p_1q_0/p_0q_0)}{\sum(p_0q_0)} \cdot (p_1/p_0)$$

Paasche volume index:

$$QP = \frac{\sum(p_1q_1/p_1q_0)}{\sum(p_1q_1)} \cdot (q_0/q_1)^{-1}$$

Paasche price index:

$$PP = \frac{\sum(p_1q_1/p_0q_1)}{\sum(p_1q_1)} \cdot (\sum(p_1q_1/\sum p_1q_1) \cdot (p_0/p_1))^{-1}$$

The formulations shown as (1) and (2) above are equivalent. In practice, the weighted average form (2) is virtually always used. Formulation (1) cannot normally be used in practice because there is insufficient information available on prices and quantities. Formulation (1) is most useful as an interpretative device: for example, it shows how the Laspeyres volume index values quantities at the prices of a given period. The second formulation is most useful in calculating and manipulating the indexes.

The Laspeyres index does not satisfy the strong version of the factor reversal test. The same holds true for the Paasche index. The indexes ( $QL$ ,  $PL$ ) represent the pure variation in quantities and prices respectively. Consequently, the structural component is not taken into account. On the other hand, the combination of the Laspeyres volume index and the Paasche price index ( $QL$ ,  $PP$ ), which is currently recorded in the Income and Expenditure Accounts, satisfies simultaneously the condition of exhaustive decomposition (the weak version of the factor reversal test),<sup>4</sup> the condition of consistency in aggregation and the additivity test. For the pair ( $QL$ ,  $PP$ ), the structural component is included in the aggregate price index. The Laspeyres volume index measures the pure change in quantities.

Among the indexes which fall into the second category (i.e. geometric averages) are the Vartia, Törnqvist, Theil and Walsh formulas. These indexes are distinguished one from another in terms of the weights which are used ( $w_i$ ). Vartia indexes are not well known yet they offer interesting possibilities for application within the national accounts. Yrjö Vartia presented two new formulas at the University of Helsinki, which he named Vartia-I and Vartia-II. The weights for these indexes are complex and difficult to understand in intuitive terms. The important thing is to understand that the formula combines weights from the two periods considered and distributes the structural change element more equally between the price and volume indexes than do the Laspeyres and Paasche formulas. The Vartia-I formula takes the geometric form (see above), where:

$$w_i = \frac{p_{i1}q_{i1} - p_{i0}q_{i0}}{\ln p_{i1}q_{i1} - \ln p_{i0}q_{i0}} / \frac{\sum p_{i1}q_{i1} - \sum p_{i0}q_{i0}}{\ln (\sum p_{i1}q_{i1}) - \ln (\sum p_{i0}q_{i0})}$$

(1) = (2)

Indice de volume Laspeyres:

$$QL = \frac{\sum(p_0q_1/p_0q_0)}{\sum(p_0q_0)} \cdot (q_1/q_0)$$

Indice de prix Laspeyres:

$$PL = \frac{\sum(p_1q_0/p_0q_0)}{\sum(p_0q_0)} \cdot (p_1/p_0)$$

Indice de volume Paasche:

$$QP = \frac{\sum(p_1q_1/p_1q_0)}{\sum(p_1q_1)} \cdot (\sum(p_1q_1/\sum p_1q_1) \cdot (q_0/q_1))^{-1}$$

Indice de prix Paasche:

$$PP = \frac{\sum(p_1q_1/p_0q_1)}{\sum(p_1q_1)} \cdot (\sum(p_1q_1/\sum p_1q_1) \cdot (p_0/p_1))^{-1}$$

Les formulations (1) et (2) sont équivalentes. En pratique, on met en application la formule (2), c'est-à-dire la formule exprimée comme une moyenne pondérée. On ne peut pas directement mettre la formulation (1) en pratique car il n'y a pas d'informations suffisantes sur les prix et les quantités. C'est la formulation en (1) qui se porte à une interprétation significative: par exemple, l'indice Laspeyres de volume évalue les quantités aux prix d'une période fixe. La deuxième formulation a comme but le calcul et la manipulation de l'indice.

L'indice Laspeyres ne satisfait pas la version forte du test de réversibilité des facteurs. Il en est de même pour l'indice Paasche. Les indices ( $QL$ ,  $PL$ ) représentent la variation pure des quantités et des prix respectivement. Par conséquent, la composante structurelle n'est pas comptabilisée. Par contre, la combinaison de l'indice de volume Laspeyres et de l'indice de prix Paasche ( $QL$ ,  $PP$ ) telle que publiée actuellement dans les comptes des revenus et dépenses, satisfait à la fois la condition de décomposition exhaustive (version faible du test de réversibilité), la condition d'agrégation et celle de l'additivité<sup>4</sup>. Pour le couple ( $QL$ ,  $PP$ ), la composante structurelle est incluse dans l'indice de prix agrégé. L'indice de volume Laspeyres mesure donc la variation pure des quantités.

Au nombre des indices qui tombent dans la deuxième catégorie (i.e. les moyennes géométriques) figurent les indices Vartia, Törnqvist, Theil et Walsh. Ces indices se distinguent les uns des autres par les poids utilisés ( $w_i$ ). Les indices Vartia sont relativement peu connus mais offrent des possibilités d'application intéressantes dans les comptes nationaux. Yrjö Vartia a présenté, à l'Université de Helsinki, deux nouveaux indices, baptisés Vartia-I et Vartia-II. Les poids pour ces indices sont compliqués et difficiles à comprendre en termes intuitifs. L'important est de comprendre que la formule combine les poids des deux périodes considérées, et distribue le changement structurel entre l'indice de prix et l'indice de volume plus également que les indices Laspeyres et Paasche. La formule Vartia-I prend la forme géométrique (voir ci-haut) où:

$$w_i = \frac{p_{i1}q_{i1} - p_{i0}q_{i0}}{\ln p_{i1}q_{i1} - \ln p_{i0}q_{i0}} / \frac{\sum p_{i1}q_{i1} - \sum p_{i0}q_{i0}}{\ln (\sum p_{i1}q_{i1}) - \ln (\sum p_{i0}q_{i0})}$$

<sup>4</sup> For a more complete discussion of the Laspeyres and Paasche indexes see Kemp and Smith (1988).

<sup>4</sup> On trouve une discussion plus complète des indices Laspeyres et Paasche dans Kemp et Smith (1988).

Of the geometric indexes, only the Vartia-I satisfies the conditions of exhaustive decomposition and consistency in aggregation. Furthermore, the Vartia-I index satisfies the strong version of the factor reversal test. However, the Vartia-I formula cannot produce real value series for which the sum of the components and the total are equal.

The Fisher "ideal" index falls outside these two groups, occupying an intermediate position between the Laspeyres and Paasche indexes. The Fisher index is a geometric mean of the Laspeyres and Paasche indexes. This index retains the reversibility property (the strong version) but is not consistent in aggregation.

The second thing to be considered in constructing an index is the manner in which consecutive changes are combined through time. There are two possibilities: the index can be applied directly to the entire period or it can be applied to each consecutive pair of periods and the results can be chained through multiplication to form a chain index. This latter method goes back to the research of Divisia (1925).

Chain indexes are getting more attention in statistical agencies. Articles such as those by Al, Balk, de Boer and den Bakker (1986), Hill (1988), Kemp and Smith (1988) and Young (1989) testify to the growing popularity of these indexes. For users interested in short-term analysis, this approach is very pertinent. Despite the fact that these chain indexes are weaker for purposes of comparing non-adjacent periods, they provide useful information about the way in which changes have occurred within the economy. This renders the approach particularly helpful to users of the accounts, since most of these users are seeking information about the evolution of aggregates through time.

One unfortunate aspect of chain indexes, from the perspective of the accounts, is that they do not satisfy the condition of additivity. The constant price estimates, obtained by multiplying the chain volume index by the value in current dollars from some arbitrary base period, exhibit discrepancies in aggregation. If the components are simply deflated at a sufficiently disaggregated level and then summed to obtain GDP in real terms, the properties of the resulting aggregate will not be clearly defined. In the United Nations **Manual on National Accounts at Constant Prices**, it is concluded that despite the attractive qualities of chain indexes, their systematic use in the national accounts is not feasible because of the problem of non-additivity of aggregates expressed in real terms.

The essence of the chain index idea is to measure the total change between the two extremities of the chain via the path taken by the prices and quantities in consecutive periods. This path reflects the gradual adjustment of prices and quantities in an evolving economic environment. The criterion of circularity is therefore not satisfied by the chain indexes. The two

Parmi les indices de forme géométrique, seul l'indice Vartia-I satisfait les conditions de décomposition exhaustive et d'agrégation. Qui plus est, l'indice Vartia-I passe la version forte du test de réversibilité des facteurs. Par contre, la formule Vartia-I ne peut produire des séries en valeurs réelles pour lesquelles il y a correspondance entre la somme des composantes et le total.

L'indice "idéal" de Fisher tombe à l'extérieur de ces deux groupes, occupant une place moyenne entre l'indice Laspeyres et Paasche. L'indice Fisher est une moyenne géométrique des indices Laspeyres et Paasche. Cet indice retient la propriété de réversibilité (version forte du test) mais ne possède pas la propriété d'agrégation.

La deuxième chose que l'on doit considérer dans la construction d'un indice est la façon dont on doit combiner les variations consécutives dans le temps. Il y a deux possibilités: on peut appliquer l'indice à toute la période ou on peut appliquer l'indice à chaque période en rapport à la période précédente, puis enchaîner ces indices en les multipliant pour former un indice en chaîne. Cette méthode remonte à la recherche de Divisia (1925).

Les indices en chaîne connaissent une certaine popularité au sein des agences statistiques. Des articles tels Al, Balk, de Boer et den Bakker (1986), Hill (1988), Kemp et Smith (1988) et Young (1989) témoignent de la popularité accrue de ces indices. Pour les utilisateurs intéressés à l'analyse à court terme, cette mesure est très pertinente. Malgré le fait que les indices en chaîne présentent une faiblesse dans la comparaison de périodes non adjacentes, ces indices fournissent des renseignements utiles sur la façon dont les changements ont eu lieu dans l'économie. Ceci rend l'approche très intéressante vis-à-vis des utilisateurs des comptes, étant donné que la majorité d'entre eux recherchent précisément des renseignements au sujet de l'évolution des agrégats dans le temps.

Un inconvénient des indices en chaîne, du point de vue des comptes nationaux, réside dans le fait qu'ils ne satisfont pas la condition d'additivité. Les estimations aux prix constants, obtenues en multipliant l'indice en chaîne par la valeur en dollars courants pour une période de base quelconque, manifestent des divergences dans l'agrégation. Si on choisit de dégonfler les composantes à un niveau suffisamment désagrégié, puis de faire la somme pour obtenir le PIB en termes réels, ce dernier sera seulement un produit de l'agrégation sans propriété distincte. Dans le **Manual on National Accounts at Constant Prices** des Nations Unies, on conclut que, malgré les qualités attrayantes des indices en chaîne, leur usage systématique dans les comptes nationaux n'est pas faisable à cause du problème de non-additivité des agrégats exprimés en valeurs réelles.

L'essence même d'un indice en chaîne est de mesurer la variation totale entre les deux extrémités de la chaîne selon le circuit parcouru par les prix et les quantités dans les périodes consécutives. Ce parcours reflète l'ajustement graduel des prix et des quantités face à un environnement économique en transition. Le critère de circularité n'est donc pas satisfait par les indices en chaîne. Les deux méthodes (application de

methods (the direct application of the index and its chaining) can, however, be used in a complementary way, depending on which comparisons need to be made.

In the past, the simplicity of the Laspeyres-type measure was seen to be an advantage which surpassed those to be gained from using an index formula with more complicated weights. However, increased computerization in statistical agencies is now making complex calculations more feasible, at a non-prohibitive cost. Moreover, research in the field of index number theory has shown it to be worthwhile to consider new, more sophisticated measures with properties that are quite interesting for the analysis of national accounts estimates in real terms.

### Section 3 – Results

Expenditure based Gross Domestic Product, excluding the value of physical change in inventories, as well as its principal sub-aggregates, will be examined in this section. The period of analysis extends from the first quarter of 1981 to the fourth quarter of 1989.<sup>5</sup>

An index evaluates a variable starting from a benchmark point referred to as the base period. Often the index is defined to equal 100 in this period, but this need not be the case; it is merely an arbitrary choice which facilitates comparisons. For example, Table 3 in the **National Income and Expenditure Accounts** (Catalogue 13-001) shows volume indexes for the main aggregates of GDP. These indexes are evaluated at the constant prices of 1986, and rather than being set equal to 100 in 1986, the indexes are equal to the current dollar value of each corresponding category.

Text Table I shows the growth rate of GDP<sup>6</sup> and its components evaluated at 1981 prices. These estimates are calculated using direct indexes (as opposed to chain indexes) of the Laspeyres type using the prices of 1981. Text Table II displays the growth rate of chain Laspeyres volume indexes, with the growth for each year calculated using the prices of the previous year. Text Table III presents the growth of the Fisher "ideal" index, also chained. Text Table IV gives the results for the chain Vartia-I index.

Text Table V records the quarterly percentage changes for chain Laspeyres volume indexes with quarterly linking.

<sup>5</sup> The estimates presented in Text Tables I to V were calculated as part of a study carried out in the spring of 1990, and are based on data which did not include the revisions introduced with the release of the estimates for the first quarter of 1990.

<sup>6</sup> In the analysis which follows, the Gross Domestic Product series excludes the value of physical change in inventories.

l'indice directe et en chaîne) peuvent être utilisées de façon complémentaire selon le type de comparaisons que l'on veut faire.

Dans le passé, on considérait que la simplicité d'une seule mesure comme l'indice de volume Laspeyres surpassait les avantages que pourraient procurer des mesures utilisant des poids plus compliqués. L'informatisation plus poussée dans les agences statistiques rend certains calculs plus accessibles à un coût qui n'est pas prohibitif. De plus, la recherche dans la théorie des indices a démontré qu'il vaudrait la peine de considérer de nouvelles mesures plus sophistiquées qui ont des propriétés intéressantes pour l'analyse des estimations des comptes nationaux en termes réels.

### Section 3 – Résultats

Le produit intérieur brut en termes de dépenses, à l'exclusion de la valeur de la variation matérielle des stocks, ainsi que les principaux agrégats dont il se compose, seront examinés dans cette section. La période des estimations s'échelonne du premier trimestre 1981 au quatrième trimestre 1989.

Un indice évalue une variable en référence à un point de repère que l'on appelle période de référence. Souvent, l'indice est défini comme étant égal à 100 à cette période, mais ceci n'est pas une exigence que l'on doit rencontrer; ce n'est qu'un choix arbitraire qui facilite les comparaisons. Par exemple, le tableau 3 des **Comptes trimestriels des revenus et dépenses** (numéro 13-001 au catalogue) montre les indices de volume pour les agrégats principaux du PIB. Ces indices sont évalués aux prix constants de 1986, et plutôt que d'être égaux à 100 en 1986, les indices sont égaux à la valeur de chaque rubrique en dollars courants.

Le tableau explicatif I montre le taux de croissance annuel du PIB<sup>6</sup> et de ses principaux agrégats évalués aux prix de 1981. Ces estimations sont calculées à partir des indices directs (par opposition à des indices en chaîne) de type Laspeyres aux prix de 1981. Le tableau explicatif II affiche le taux de croissance des indices de type Laspeyres en chaîne, avec la croissance de chacune des années évaluée aux prix de l'année précédente. Le tableau explicatif III présente la croissance de l'indice "idéal" de Fisher, également en chaîne. Le tableau explicatif IV donne les résultats pour l'indice Vartia-I en chaîne.

Le tableau explicatif V qui dévoile les résultats trimestriels de la variation en pourcentage des indices Laspeyres en chaîne avec enchaînement trimestriel.

<sup>5</sup> Les estimations présentées dans les tableaux explicatifs I à V ont été calculées dans le cadre d'une étude effectuée au printemps 1990, et sont basées sur des données qui n'incluent pas les révisions du premier trimestre 1990.

<sup>6</sup> Dans le cadre de cette analyse, le produit intérieur brut exclut la valeur de la variation matérielle des stocks.

The volume indexes in the present study are constructed using some 300 time series distributed among the main aggregates as follows:

Les indices de volume dans la présente étude sont construits à partir de quelque 300 séries chronologiques qui se répartissent de la façon suivante entre les agrégats:

Main Aggregates	Number of series
Agrégats principaux	Nombre de séries
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	134
Government expenditure on goods and services – Dépenses publiques en biens et services	13
Investment in fixed capital – Investissement en capital fixe	35
Residential construction – Construction résidentielle	10
Non-residential construction – Construction non résidentielle	7
Machinery and equipment – Machines et matériel	18
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	67
Merchandise – Marchandises	64
Non-merchandise – Invisibles	3
Imports of goods and services – Importations de biens et services	67
Merchandise – Marchandises	63
Non-merchandise – Invisibles	4
Gross Domestic Product, excluding the value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks.	316

## Annual Results

Comparing Text Tables I and II, it can be seen that the real growth rates of the GDP aggregates are quite different depending on whether the Laspeyres formula is applied directly or in a chained manner. The growth rates in 1982 must be the same in Text Tables I and II because the weighting structure is the same in both cases. It can be seen that the further one moves from 1982, the more the direct and chain indexes depart from one another, especially for the more volatile components of GDP. The chain index results depend on each link in the chain, that is, the route by which the index travels between the beginning and end periods. This phenomenon is directly related to the fact that chain indexes do not satisfy the circularity test described earlier. If one directly compares two situations which are very different, it seems natural that the results will vary considerably from those obtained when one compares the same two situations via an intermediate situation, more comparable to both.

The comparison of the different chain index formulas, Laspeyres, Fisher and Vartia-I, reveals that the three formulas produce very similar results. For GDP, the growth rates for the chain Vartia-I and the chain Fisher indexes are the same in the 1980s<sup>7</sup>. One

## Résultats annuels

En comparant les tableaux explicatifs I et II, on voit que les taux de croissance réels des agrégats du PIB sont différents selon le choix de l'application directe ou de l'application en chaîne de la formule Laspeyres. Les taux de croissance en 1982 doivent être les mêmes dans les tableaux explicatifs I et II car la pondération utilisée est la même dans les deux cas. On s'aperçoit qu'à mesure que l'on s'éloigne de 1982, l'indice direct et l'indice en chaîne s'éloignent l'un de l'autre, et ceci surtout pour les composantes plus volatiles du PIB. Les indices en chaîne génèrent des résultats qui dépendent de chaque maillon de la chaîne, c'est-à-dire du circuit parcouru entre le début et la fin de la période. Le phénomène en question est directement relié au fait que les indices en chaîne ne satisfont pas le test de circularité décrit ci-haut. Si on compare directement deux situations très différentes, il semble naturel que les résultats soient relativement plus différents que si l'on compare ces deux situations via une situation intermédiaire, plus comparable aux deux.

La comparaison des différentes formules en chaîne, soit Laspeyres, Fisher et Vartia-I, révèle que les trois formules produisent des résultats très semblables. Pour le PIB, les taux de croissance des indices Vartia-I en chaîne et Fisher en chaîne sont égaux dans les années 80.<sup>7</sup> On peut voir que le

<sup>7</sup> In the calculation of the Vartia-I index, the sum of the weights ( $w_i$ ) is greater than unity in certain cases where there are negative series. Vartia (1976) notes that the sum of the weights in the Vartia-I formula is less than or equal to one. This particular characteristic distinguishes this index from the Laspeyres, Paasche and Fisher indexes for which the sum of the weights is strictly equal to one. In his mathematical proofs, Vartia assumes the values are strictly positive. Do the presence of negative series, and the sum of the weights exceeding unity, have significant consequences for the results?

<sup>7</sup> Dans le calcul de l'indice Vartia-I, la somme des poids ( $w_i$ ) est supérieure à l'unité dans certains cas où il y a des séries négatives. Vartia (1976) note que la somme des poids dans la formule Vartia-I est inférieure ou égale à un. Cette caractéristique particulière distingue cet indice des indices Laspeyres, Paasche et Fisher dont la somme des poids est strictement égale à un. Dans ses preuves mathématiques, Vartia considère des valeurs strictement positives. La présence de séries négatives, et la somme des poids excédant l'unité ont-elles des conséquences significatives pour les résultats?

can see that the GDP growth rates for the Vartia-I and Fisher chain indexes are greater than the Laspeyres growth rate in 1986. Despite the fact that the Laspeyres index is often considered a sort of upper bound for the index one would like to measure in theory, this relation abstracts from many other factors which influence the decisions of economic agents. Among these factors, the preferences of consumers are continually changing; it is possible therefore that quantities and prices will move in the same direction despite the substitution effect.

The growth rates of the Fisher and Vartia chain indexes are generally lesser than or equal to that of the Laspeyres chain index. Recall that the Fisher index is the geometric mean of the Laspeyres and Paasche indexes.<sup>8</sup> In view of the tendency for the Laspeyres volume index to be greater than the Paasche index, the latter will tend to pull down the Fisher index below the level of the Laspeyres index. Since the Laspeyres and Paasche indexes are all the more different between two such periods where there are important structural changes, the same will hold true for the Laspeyres and Fisher indexes. The Vartia-I index also takes into account structural changes in the economy since it combines the weighting structure of both periods compared. However, the growth rates for the three chain index formulas are quite similar despite a very changing economic climate between adjacent periods, such as 1982 and 1983. The extent of structural changes in more volatile components such as investment in fixed capital, exports and imports, tends to increase the spread between the growth rates of the different formulas considered. Also, durable goods appear to be the most sensitive component of personal expenditure to the choice of the index number formula for the 1980s. In particular, the Vartia-I formula generates a weaker real growth than the two other formulas during the period in question.

<sup>8</sup> Indexes of geometric form are very popular and are considered by many to be the indexes of the future in national accounting. These indexes can also be expressed as an arithmetic mean of logarithms of quantity ratios. Extreme changes are therefore amplified by this type of average. Indexes of the geometric type give very different results compared to those of the arithmetic type in the presence of volatile series such as the value of physical change in inventories. Will this property of geometric indexes reduce their utility in the national accounts?

In the first part of the study, the statistical discrepancy was included in the GDP measure, although the value of physical change in inventories was excluded. This component posed no problem in the fixed-weighted Laspeyres index calculation. However, in the first stages of this portion of the study, the presence of the statistical discrepancy led to problematic results, particularly in the case of the Fisher index, for which the geometric form has the potential to amplify fluctuations in the discrepancy to the point of substantially modifying the real rate of growth of the economy. The statistical discrepancy is therefore excluded for this part of the study.

taux de croissance du PIB, selon les indices Vartia-I et Fisher en chaîne, est supérieur à celui de l'indice Laspeyres en chaîne en 1986. Malgré le fait que l'indice Laspeyres est souvent considéré comme une sorte de borne supérieure à ce qu'on veut mesurer en théorie, cette relation fait abstraction de plusieurs autres facteurs qui influent sur les décisions des agents économiques. Entre autres, les préférences des consommateurs changent continuellement; il est donc possible que prix et quantités se soient déplacés dans la même direction malgré l'effet de substitution.

Les taux de croissance de l'indice Fisher en chaîne et de l'indice Vartia-I en chaîne sont généralement inférieurs ou égaux à ceux de l'indice Laspeyres en chaîne. Rappelons-nous que l'indice Fisher est la moyenne géométrique de Laspeyres et Paasche<sup>8</sup>. En général, vu la tendance de l'indice de volume Laspeyres à être plus élevé que l'indice Paasche, ce dernier va influencer l'indice Fisher à la baisse, en-dessous de l'indice de volume Laspeyres. Puisque les indices Laspeyres et Paasche sont d'autant plus différents entre deux périodes où il y a eu d'importants changements structurels, il en sera de même pour les indices Laspeyres et Fisher. L'indice Vartia-I tient également compte des changements structurels car il combine les pondérations des deux périodes comparées. Malgré ceci, les taux de croissance des trois indices en chaîne sont assez semblables même si la situation économique a beaucoup changé entre certaines années adjacentes, telles 1982 et 1983. C'est l'amplitude de changements structurels dans les composantes plus volatiles, telles l'investissement en capital fixe, les exportations et les importations, qui fait diverger davantage le taux de croissance des indices Laspeyres, Fisher et Vartia. De plus, les dépenses en biens durables semblent les plus sensibles au choix de la formule parmi les rubriques des dépenses personnelles de consommation pour la période à l'étude. En particulier, la formule Vartia-I donne lieu à des taux de croissance sensiblement plus faibles que les deux autres formules pour cette rubrique durant les années 80.

<sup>8</sup> Les indices de forme géométrique sont très populaires et considérés par plusieurs comme les indices de l'avenir dans les comptes nationaux. Ces indices peuvent être également exprimés comme une moyenne arithmétique des logarithmes des rapports de quantités. Les variations extrêmes des séries sont donc amplifiées par ce type de moyenne. Les indices de forme géométrique donnent des résultats très différents des indices de forme arithmétique en présence de séries volatiles comme la valeur de la variation matérielle des stocks. Cette propriété des indices géométriques va-t-elle réduire l'utilité de ces indices dans les comptes nationaux?

Dans le premier volet de cette étude, la divergence statistique était incluse dans la mesure du PIB bien que la valeur de la variation matérielle des stocks était exclue. Cette composante ne posait aucun problème dans le calcul des indices Laspeyres à pondération fixe. Par contre, durant les premières étapes de cette portion de l'étude, la présence de la divergence statistique a conduit à des résultats problématiques, en particulier dans le cas de l'indice Fisher, dont la forme géométrique a le potentiel d'amplifier des fluctuations dans la divergence au point de modifier le taux de croissance réel de l'économie substantiellement. La divergence statistique est donc exclue des séries pour cette partie de l'étude.

## Section 4 – Conclusion

There is no single measure of growth which stands out as being superior to all the others. In this article, the chain Laspeyres, Fisher and Vartia-I indexes have been reviewed and the empirical results from the application of each of these indexes have been discussed.

The principle of index chaining has been recommended by many authors in the literature on indexes. Hill (1988) and Al, Balk, de Boer and den Bakker (1986) are its most relentless supporters. Chain indexes are neither circular nor additive. Despite these drawbacks, they are perhaps more interesting to users because they have greater potential for short-term analysis than do "direct" indexes. In fact, within the national accounts, the Laspeyres volume indexes are already chain indexes since there are seven different base periods within the entire series beginning in 1926.<sup>9</sup> In the Income and Expenditure Accounts, the calculation of chain indexes requires the same inputs as in the direct application of an index (i.e. current dollar series and corresponding price indexes) and in principle they are no more complicated to calculate.<sup>10</sup> Moreover, chain price indexes fully exploit the available information on prices and quantities. The problems associated with new goods are minimized by the chaining process, because the basket of available goods tends to remain little changed from one period to the next. Chain indexes are particularly relevant to the analysis of series where there are large relative price changes, such as fixed capital investment, exports and imports. However, erratic behaviour or "bouncing" of such series may put the accuracy of a chain volume index in doubt. The most marked differences between the direct Laspeyres and the chain Laspeyres indexes are in these three categories.

The chaining of indexes should reduce the gaps among the different formulas as long as the series do not experience very great fluctuations. Empirically, it can be seen that the three formulas give results which are generally of the same order of magnitude. The Fisher index is generally to be preferred over fixed-weighted indexes because of its symmetric treatment of prices and quantities. However, this "mixture" of indexes is more difficult to comprehend in economic terms. The fact that the Fisher index does not satisfy the condition of consistency in aggregation is considered by some to be a major weakness (see Al, Balk, de Boer and den Bakker (1986)).

The Vartia-I index has interesting properties although it is even more difficult to assimilate in intuitive terms. The growth rates for Vartia-I are similar to those of the chain Laspeyres and Fisher indexes in the 1980s, except for the most volatile series where

<sup>9</sup> The seven base periods and the periods to which they apply are listed in Saulnier (1990), p. 3.4.

<sup>10</sup> This is not the case for other indexes produced by Statistics Canada, such as the Consumer Price Index.

## Section 4 – Conclusion

Il n'y a pas de mesure de la croissance qui se distingue comme étant supérieure à toutes les autres. Dans cet article, les indices en chaîne Laspeyres, Fisher et Vartia-I ont été passés en revue et des résultats empiriques de l'application de chacun de ces indices ont été discutés.

À l'heure actuelle, le principe d'enchaînement des indices est préconisé par plusieurs auteurs dans la littérature sur les indices. Hill (1988) et Al, Balk, de Boer et den Bakker (1986) en sont des défenseurs convaincus. Les indices en chaîne ne sont ni circulaires, ni additifs. Malgré ces lacunes, ceux-ci constituent peut-être un produit plus intéressant pour les utilisateurs, car ces indices ont plus de potentiel pour l'analyse à court terme que les indices "directs". En fait, dans les comptes nationaux, les indices de volume Laspeyres sont déjà des indices en chaîne car il y a sept périodes de référence différentes si l'on prend la série depuis 1926 comme un tout<sup>9</sup>. Dans les comptes des revenus et dépenses, le calcul des indices en chaîne requiert les mêmes intrants que l'application directe d'un indice (i.e. séries en dollars courants et indices de prix correspondant) et en principe, n'est pas plus compliqué à effectuer<sup>10</sup>. De plus, les indices en chaîne exploitent pleinement l'information disponible sur les prix et les quantités. Les problèmes associés à l'apparition de nouveaux produits sont minimisés par le processus d'enchaînement, car le panier de biens disponibles tend à ne pas changer beaucoup d'une période à l'autre. Les indices en chaîne sont particulièrement pertinents à l'analyse de séries dans lesquelles il y a eu de grands changements relatifs dans les prix, tels l'investissement en capital fixe, les exportations et les importations. En revanche, le principe d'enchaînement donne une moins bonne mesure du volume en présence de changements très volatiles comme on les retrouve typiquement dans ces trois composantes, c'est-à-dire lorsque les prix relatifs connaissent des variations erratiques. En effet, la différence la plus marquée entre l'indice Laspeyres direct et en chaîne a lieu dans ces rubriques.

L'enchaînement des indices est sensé réduire l'écart entre les différentes formules pourvu que les séries ne connaissent pas de trop grandes fluctuations. Empiriquement, on voit que les trois formules donnent des résultats du même ordre de grandeur. L'indice Fisher est un indice qui est généralement préféré aux indices à pondération fixe à cause de son traitement symétrique des prix et des quantités. Par contre, ce "mélange" d'indices est plus difficile à comprendre en termes économiques. Le fait que l'indice Fisher ne satisfasse pas la condition d'agrégation est considéré par certains comme une faiblesse majeure (voir Al, Balk, de Boer et den Bakker (1986)).

L'indice Vartia-I a des propriétés intéressantes bien qu'il soit encore plus difficile à assimiler en termes intuitifs. Les taux de croissance des indices Vartia-I sont assez semblables à ceux des indices Laspeyres et Fisher en chaîne durant les années 80, sauf pour les séries les plus volatiles où les

<sup>9</sup> On retrouve les sept périodes de référence et les périodes d'application correspondantes dans Saulnier (1990), page 3.4.

<sup>10</sup> Ceci n'est pas le cas pour d'autres indices produits à Statistique Canada, tel l'indice des prix à la consommation.

the Vartia volume indexes seem to grow at a generally slower pace than the two other chain indexes. The Vartia-I index takes advantage of more information, using relative prices from the two periods being compared. This said, it is more useful for the analysis of volatile series than a fixed-weighted index. Its intermediate position vis-à-vis the choice of weights can be considered more representative of the real situation. Since it is difficult to justify allocating the structural component entirely with prices, or with volume, the adoption of a sharing mechanism between the two components in the Vartia-I index (as well as in the Fisher index) can perhaps be seen as a more balanced choice. The Vartia-I formula is the only known one which uses an average of the weights from the two periods while retaining the property of consistency in aggregation. Moreover, the price and volume indexes of the Vartia-I type together decompose the value series into two parts in an exhaustive fashion. From this perspective, the chain Vartia-I index opens interesting doors in the field of volume indexes.

The Laspeyres index remains the easiest to understand of all the indexes. For the 1980s, the chain Laspeyres index seems to give results which are similar to the chain Vartia-I measure. It combines the simplicity of the Laspeyres formula with the relevance of the chaining approach. Taking account of these advantages, the chain Laspeyres volume index seems the natural next step in the development of the Income and Expenditure Accounts.

indices de volume Vartia semblent s'accroître généralement plus lentement que les deux autres indices en chaîne. L'indice Vartia-I exploite plus d'information, traitant à la fois les prix relatifs des deux périodes comparées. Ceci dit, il est plus pertinent à l'analyse des séries volatiles que l'indice à pondération fixe. Sa position moyenne dans le choix de la pondération peut être considérée comme plus représentative de la situation réelle. Puisqu'il est difficile de justifier que la composante structurelle soit comptabilisée entièrement avec les prix, ou avec le volume, l'adoption d'une répartition entre les deux composantes dans l'indice Vartia-I (ainsi que dans l'indice Fisher) peut être vue comme un choix plus balancé. La formule Vartia-I est la seule formule connue qui utilise une moyenne de la pondération de deux périodes, tout en retenant la propriété d'agrégation. De plus, l'indice de prix et de volume Vartia-I forme un couple qui permet de décomposer la valeur en deux parties d'une façon exhaustive. Dans cette perspective, l'indice Vartia-I en chaîne ouvre des portes intéressantes dans le domaine des indices de volume.

## Appendix

### Quarterly Results

The presence of seasonal effects complicates the calculation of quarterly chain Laspeyres series. The seasonality must be taken into account in choosing the weights. Text Table V presents Laspeyres indexes which have been chained on a quarterly basis. In other words, the quantity ratios for each quarter are evaluated in the prices of the preceding quarter. This index is calculated from seasonally adjusted data. It would also be possible to evaluate the quantity ratios using weights from the previous year, chaining the results once a year. Another alternative solution would be to evaluate each quarter using the average prices of the previous four quarters, which would constitute a sort of moving average weight set.

## Appendice

### Résultats trimestriels

La présence des effets saisonniers complique le calcul d'une série trimestrielle d'indices Laspeyres en chaîne. La saisonnalité de la série doit être considérée lorsqu'on choisit la pondération. Le tableau explicatif V présente des indices Laspeyres enchaînés à chaque trimestre. En d'autres mots, les rapports de quantités de chaque trimestre sont évalués aux prix du trimestre précédent. Cet indice est calculé à partir de données désaisonnalisées. On aurait pu tout aussi bien évaluer les rapports de quantités avec les poids de l'année précédente, puis enchaîner à chaque année. Une autre solution possible serait d'évaluer chaque trimestre aux prix des quatre trimestres précédents, ce qui constituerait une sorte de moyenne mobile des poids.

## Bibliography

AI P.G., Balk B.M., de Boer S., and den Bakker G.P."The Use of Chain Indices for Deflating the National Accounts", Statistical Journal of the United Nations, ECE 4, 1986. pp. 347-368.

Allen, R.G.D. "The Economic Theory of Index Numbers", Economica 16, 1949. pp. 197-203.

Allen, R.G.D. Index Numbers in Theory and Practice, Chicago: Aldine Publishing Company, 1975. 278 pages.

Allen, R.C. and Diewert, W.E. "Direct versus Implicit Index Number Formulae and some Bounds for Superlative Index Number Formulae", Discussion paper number 78-43, Vancouver: Department of Economics, University of British Columbia, June 1978. 20 pages.

De Bartolo, G., and Holzman, F.D. "NOTE: The Effects of Aggregation on the Difference between Laspeyres and Paasche Indices", Journal of Comparative Economics 9, 1985. pp. 71-79.

Department of Finance, Economic Review, Ottawa: Supply and Services Canada, April 1984. pp. 20-22.

Diewert, W. E. "Index Numbers", Discussion paper number 86-33, Vancouver: Department of Economics, University of British Columbia, August 1986. 54 pages.

Diewert, W.E. "The Early History of Price Index Research", Discussion paper number 88-26, Vancouver: Department of Economics, University of British Columbia, September 1988. 65 pages.

Divisia, F. "L'Indice monétaire et la théorie de la monnaie", Revue d'Economie Politique, 39, 1925. pp. 980-1008.

Eichhorn, W. and Voeller, J. "Axiomatic Foundation of Price Indexes and Purchasing Power Parities" in Price Level Measurement: Proceedings from a conference sponsored by Statistics Canada, Editors: W.E. Diewert, C. Montmarquette, Ottawa: Supply and Services Canada, December 1983. pp. 411-450.

Fisher, F.M. and Shell, K. The Economic Theory of Price Indices: Two Essays on the Effects of Taste, Quality, and Technological Change, New York and London: Academic Press, 1972. 117 pages.

Fisher, Irving. The Making of Index Numbers, third edition, Boston and New York: Houghton Mifflin Company, The Riverside Press Cambridge, 1927. 538 pages.

Fortin, Pierre. "Do We Measure Inflation Correctly?" in Zero Inflation: the Goal of Price Stability, R.G. Lipsey (eds.), Toronto and Calgary: C.D. Howe Institute, 1990. pp. 109-130.

## Bibliographie

AI P.G., Balk B.M., de Boer S., et den Bakker G.P."The Use of Chain Indices for Deflating the National Accounts", Statistical Journal of the United Nations, ECE 4, 1986. p. 347-368.

Allen, R.G.D. "The Economic Theory of Index Numbers", Economica 16, 1949. p. 197-203.

Allen, R.G.D. Index Numbers in Theory and Practice, Chicago: Aldine Publishing Company, 1975. 278 pages.

Allen, R.C. et Diewert, W.E. "Direct versus Implicit Index Number Formulae and some Bounds for Superlative Index Number Formulae", Discussion paper number 78-43, Vancouver: Department of Economics, University of British Columbia, juin 1978. 20 pages.

De Bartolo, G., et Holzman, F.D. "NOTE: The Effects of Aggregation on the Difference between Laspeyres and Paasche Indices", Journal of Comparative Economics 9, 1985. p. 71-79.

Diewert, W. E. "Index Numbers", Discussion paper number 86-33, Vancouver: Department of Economics, University of British Columbia, août 1986. 54 pages.

Diewert, W.E. "The Early History of Price Index Research", Discussion paper number 88-26, Vancouver: Department of Economics, University of British Columbia, septembre 1988. 65 pages.

Divisia, F. "L'Indice monétaire et la théorie de la monnaie", Revue d'Économie Politique, 39, 1925. p. 980-1008.

Eichhorn, W. et Voeller, J. "Axiomatic Foundation of Price Indexes and Purchasing Power Parities" dans La mesure du niveau des prix: Acte du colloque tenu sous l'égide de Statistique Canada, Éditeurs: W.E. Diewert, C. Montmarquette, Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, décembre 1983. p. 411-450.

Fisher, F.M. et Shell, K. The Economic Theory of Price Indices: Two Essays on the Effects of Taste, Quality, and Technological Change, New York et Londres: Academic Press, 1972. 117 pages.

Fisher, Irving. The Making of Index Numbers. 3e édition, Boston et New York: Houghton Mifflin Company, The Riverside Press Cambridge, 1927. 538 pages.

Fortin, Pierre. "Do We Measure Inflation Correctly?" dans Zero Inflation: the Goal of Price Stability, R.G. Lipsey (éd.), Toronto et Calgary: C.D. Howe Institute, 1990. p. 109-130.

Généreux, P.A. "Incidence du choix des formules sur l'indice des prix à la consommation du Canada" dans La mesure du niveau des prix: Acte du colloque tenu sous l'égide de Statistique Canada, Éditeurs: W.E. Diewert, C. Montmarquette, Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, décembre 1983. p. 512-535.

## Bibliography – Concluded

Généreux, P.A. "Impact of the Choice of Formulae on the Canadian Consumer Price Index" in Price Level Measurement: Proceedings from a conference sponsored by Statistics Canada. Editors: W.E. Diewert, C. Montmarquette, Ottawa: Supply and Services Canada, December 1983. pp. 489-511.

Hill, Peter. "Recent Developments in Index Number Theory and Practice", OECD Economic Studies, number 10, Spring 1988. pp. 123- 148.

Kemp, K. "Chain Price Indexes for the Income and Expenditure Accounts". Canadian Economic Observer, September 1988. pp. 4.1- 4.12.

Kemp, K. and Smith, P.S. "A Technical Note on Laspeyres, Paasche and Chain Price Indexes in the Income and Expenditure Accounts", National Income and Expenditure Accounts, Catalogue 13-001, fourth quarter 1988. pp.xxi-xxxii.

Samuelson, P.A. "The Evaluation of Real National Income". Oxford Economic Papers 2, 1950. pp. 1-29.

Sato, K. "The Meaning and Measurement of the Real Value Added Index", Review of Economics and Statistics 58, 1976. pp. 434-442.

Saulnier, Marie. "Real Gross Domestic Product: Sensitivity to the Choice of Base Year" Canadian Economic Observer, May 1990. pp. 3.1-3.19.

Schimmler, Harry. "On National Accounts at Constant Prices". Review of Income and Wealth, December 1973. pp. 457-461.

Stone, R. Quantity and Price Indexes in National Accounts, Paris: Organisation for European Economic Co-operation, 1956. 120 pages.

United Nations, Manual on National Accounts at Constant Prices, Statistical Papers, Series M, Number 64, New York: 1979. 104 pages.

Vartia, Y.O. "Ideal Log-change Index Numbers", Scandinavian Statistical Journal Volume 3, Number 3, 1976. pp. 121-126.

Young, A.H. "Alternative Measures of Real GNP", Survey of Current Business, April 1989. pp. 27-34.

## Bibliographie – fin

Hill, Peter. "Récents développements de la théorie et de la pratique des indices", Revue économique de l'OECD, numéro 10, printemps 1988. p. 137-164.

Kemp, K. "Indices de prix en chaîne pour les comptes des revenus et dépenses", L'Observateur économique canadien, septembre 1988. p. 4.1-4.12.

Kemp, K. et Smith, P.S. "Note technique sur les indices de prix Laspeyres, Paasche et en chaîne dans les comptes des revenus et dépenses", Comptes nationaux des revenus et dépenses, numéro 13-001 au catalogue, quatrième trimestre 1988. p.xxi-xxxii.

Ministère des Finances, Revue économique, Ottawa: Approvisionnements et Services Canada, avril 1984. p. 20-22.

Nations Unies, Manual on National Accounts at Constant Prices, Statistical Papers, séries M, no. 64, New York: 1979. 104 pages.

Samuelson, P.A. "The Evaluation of Real National Income", Oxford Economic Papers 2, 1950. p. 1-29.

Sato, K. "The Meaning and Measurement of the Real Value Added Index", Review of Economics and Statistics 58, 1976. p. 434-442.

Saulnier, Marie. "Produit intérieur brut en termes réels: sensibilité au choix de l'année de base", L'Observateur économique canadien, mai 1990. p. 3.1-3.19.

Schlommler, Harry. "On National Accounts at Constant Prices", Review of Income and Wealth, décembre 1973. p. 457-461.

Stone, R. Quantity and Price Indexes in National Accounts, Paris: Organisation for European Economic Co-operation, 1956. 120 pages.

Vartia, Y.O. "Ideal Log-change Index Numbers", Scandinavian Statistical Journal, volume 3, numéro 3, 1976. p. 121-126.

Young, A.H. "Alternative Measures of Real GNP", Survey of Current Business, avril 1989. p. 27-34.

Text Table I

**Laspeyres Fixed-Weighted Volume Indexes,  
Gross Domestic Product, at 1981 Prices,  
Percentage Change from the Previous Year.**

Tableau explicatif I

**Indices de volume Laspeyres à pondération fixe,  
Produit intérieur brut, aux prix de 1981,  
Variation en pourcentage par rapport à l'année  
précédente.**

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	-2.6	3.4	4.6	5.2	4.2	4.9	4.3	4.0
Durable goods – Biens durables	-12.6	11.9	13.3	14.0	6.4	8.7	6.6	3.3
Semi-durable goods – Biens semi-durables	-5.3	2.8	5.1	4.5	5.1	4.2	2.0	2.7
Non-durable goods – Biens non durables	-1.7	0.0	1.2	2.6	1.5	2.2	3.6	2.8
Services – Services	0.6	3.5	4.0	4.1	4.9	5.2	4.4	5.3
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	2.4	1.4	1.2	3.2	1.7	0.7	3.1	2.2
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	4.0	-3.6	6.5	11.1	-2.2	3.6	5.3	8.4
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	-12.8	-0.3	1.5	9.2	6.9	12.8	14.2	6.9
Residential construction – Construction résidentielle	-16.3	17.0	0.5	9.8	13.3	16.4	4.6	4.1
Non-residential construction – Construction non résidentielle	-9.0	-8.5	-1.8	5.2	-5.5	3.3	12.1	3.6
Machinery and equipment – Machines et matériel	-14.0	-4.1	5.5	12.3	12.1	16.6	23.1	10.7
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	-2.2	6.4	17.7	6.0	3.9	6.5	9.5	-0.9
Merchandise – Marchandises	-0.5	7.4	18.6	6.4	3.5	7.3	10.0	-0.7
Non-merchandise – Invisibles	-13.5	-1.1	10.5	1.5	7.6	-0.2	4.4	-3.6
Imports of goods and services – Importations de biens et services	-15.2	9.0	17.1	8.7	7.1	9.0	13.9	7.2
Merchandise – Marchandises	-16.5	11.1	19.6	10.4	7.5	9.1	14.6	7.5
Non-merchandise – Invisibles	-8.7	-0.0	4.6	-0.9	4.4	8.7	9.6	5.0
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	-0.3	1.2	4.5	5.2	2.9	5.1	5.4	1.9

Text Table II

**Laspeyres Chain Volume Indexes (linked annually), Gross Domestic Product, Percentage Change from the Previous Year.**

Tableau explicatif II

**Indices de volume Laspeyres en chaîne (enchaînement annuel), Produit intérieur brut, Variation en pourcentage par rapport à l'année précédente.**

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	-2.6	3.3	4.4	5.0	4.0	4.7	4.1	3.8
Durable goods – Biens durables	-12.6	11.7	13.2	13.8	6.1	8.6	6.3	2.8
Semi-durable goods – Biens semi-durables	-5.3	2.7	5.1	4.4	5.0	4.3	2.1	2.7
Non-durable goods – Biens non durables	-1.7	-0.1	1.1	2.6	1.3	1.9	3.4	2.4
Services – Services	0.6	3.5	4.0	4.1	4.9	5.3	4.3	5.3
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	2.4	1.5	1.2	3.2	1.7	0.6	3.0	2.2
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	4.0	-3.5	7.1	10.0	-3.5	1.7	4.4	7.3
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	-12.8	-0.7	1.4	8.1	5.5	11.1	11.7	5.0
Residential construction – Construction résidentielle	-16.3	16.0	1.0	9.4	12.7	16.1	4.7	4.2
Non-residential construction – Construction non résidentielle	-9.0	-8.5	-1.7	5.1	-5.7	3.4	11.7	3.8
Machinery and equipment – Machines et matériel	-14.0	-3.9	4.8	9.8	9.6	12.5	19.4	6.9
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	-2.2	6.3	17.9	5.2	3.6	3.4	8.3	-0.7
Merchandise – Marchandises	-0.5	7.3	18.9	5.8	3.1	3.9	8.9	-0.3
Non-merchandise – Invisibles	-13.5	-1.2	10.4	1.4	7.8	-0.3	4.3	-3.4
Imports of goods and services – Importations de biens et services	-15.2	8.9	16.2	7.9	6.2	6.6	12.9	5.1
Merchandise – Marchandises	-16.5	11.1	18.9	9.7	6.5	6.2	13.6	5.1
Non-merchandise – Invisibles	-8.7	-0.1	4.4	-0.8	4.5	8.4	9.9	5.0
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	-0.3	1.5	4.1	4.6	2.9	4.1	4.2	2.3

Text Table III

Fisher Chain Volume Indexes (linked annually),  
Gross Domestic Product,  
Percentage Change from the Previous Year.

Tableau explicatif III

Indices de volume Fisher en chaîne (enchaînement annuel), Produit intérieur brut,  
Variation en pourcentage par rapport à l'année précédente.

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	-2.7	3.3	4.4	5.0	4.0	4.7	4.1	3.8
Durable goods – Biens durables	-12.7	11.7	13.1	13.8	6.0	8.6	6.3	2.8
Semi-durable goods – Biens semi-durables	-5.3	2.7	5.1	4.4	5.0	4.3	2.1	2.7
Non-durable goods – Biens non durables	-1.8	-0.1	1.1	2.5	1.2	1.9	3.4	2.3
Services – Services	0.6	3.5	4.0	4.1	4.9	5.3	4.2	5.2
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	2.3	1.5	1.2	3.2	1.7	0.6	3.0	2.1
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	3.5	-3.7	6.9	9.9	-3.5	1.7	4.3	7.2
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	-13.2	-1.1	1.3	8.0	5.6	11.1	11.5	5.0
Residential construction – Construction résidentielle	-16.1	15.7	1.0	9.4	12.8	16.1	4.7	4.2
Non-residential construction – Construction non résidentielle	-9.0	-8.4	-1.8	5.1	-5.6	3.5	11.6	3.8
Machinery and equipment – Machines et matériel	-15.3	-5.2	4.7	9.5	9.4	12.3	19.2	6.8
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	-2.4	6.2	17.5	5.1	3.5	3.2	7.9	-0.9
Merchandise – Marchandises	-0.7	7.3	18.6	5.6	2.9	3.7	8.5	-0.5
Non-merchandise – Invisibles	-13.5	-1.3	10.4	1.4	7.8	-0.3	4.2	-3.4
Imports of goods and services – Importations de biens et services	-15.2	8.6	16.1	7.7	5.9	6.4	12.8	5.0
Merchandise – Marchandises	-16.6	10.8	18.8	9.6	6.2	6.0	13.4	5.0
Non-merchandise – Invisibles	-8.6	-0.1	4.3	-0.8	4.6	8.4	10.0	5.0
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	-0.5	1.5	4.0	4.6	3.0	4.1	4.1	2.3

Text Table IV

Vartia-I Chain Volume Indexes (linked annually),  
Gross Domestic Product,  
Percentage Change from the Previous Year.

Tableau explicatif IV

Indices de volume Vartia-I en chaîne (enchaînement annuel), Produit intérieur brut,  
Variation en pourcentage par rapport à l'année précédente.

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	-2.7	3.2	4.2	4.7	3.8	4.5	3.9	3.7
Durable goods – Biens durables	-14.6	10.4	11.6	12.2	5.7	7.9	5.9	2.7
Semi-durable goods – Biens semi-durables	-5.6	2.7	4.8	4.3	4.8	4.1	2.1	2.6
Non-durable goods – Biens non durables	-1.8	-0.1	1.1	2.5	1.2	1.9	3.2	2.3
Services – Services	0.6	3.3	3.8	3.9	4.7	5.0	4.1	5.0
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	2.3	1.5	1.2	3.2	1.7	0.6	3.0	2.1
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	3.4	-3.9	6.5	9.0	-3.7	1.6	4.1	6.7
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	-15.2	-1.2	1.3	7.4	5.3	10.0	10.3	4.7
Residential construction – Construction résidentielle	-19.1	13.6	1.0	8.6	11.4	13.8	4.5	4.0
Non-residential construction – Construction non résidentielle	-9.8	-9.2	-1.8	4.8	-5.9	3.4	10.4	3.7
Machinery and equipment – Machines et matériel	-18.1	-5.7	4.5	8.7	8.6	10.9	16.1	6.3
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	-2.5	5.8	14.9	4.9	3.3	3.1	7.3	-0.9
Merchandise – Marchandises	-0.7	6.8	15.6	5.3	2.8	3.5	7.8	-0.5
Non-merchandise – Invisibles	-15.6	-1.4	9.4	1.4	7.3	-0.3	4.1	-3.6
Imports of goods and services – Importations de biens et services	-18.0	7.9	13.9	7.2	5.5	6.0	11.4	4.8
Merchandise – Marchandises	-20.0	9.7	15.8	8.7	5.8	5.6	11.8	4.8
Non-merchandise – Invisibles	-9.5	-0.1	4.1	-0.8	4.4	7.8	9.1	4.8
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	-0.5	1.5	4.0	4.6	3.0	4.1	4.1	2.3

Text Table V

**Laspeyres Chain Volume Indexes (linked quarterly), Gross Domestic Product, Percentage Change from the Previous Quarter.**

Tableau explicatif V

**Indices de volume Laspeyres en chaîne (enchaînement trimestriel), Produit Intérieur brut, Variation en pourcentage par rapport au trimestre précédent.**

	Quarter – Trimestre							
	1981				1982			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	---	-0.0	-0.3	0.1	-2.3	-0.1	-0.2	-0.4
Durable goods – Biens durables	---	-0.7	-6.0	1.2	-9.1	-1.6	-1.1	1.7
Semi-durable goods – Biens semi-durables	---	-0.9	-0.5	0.0	-4.1	-0.4	-0.8	-0.1
Non-durable goods – Biens non durables	---	-1.5	1.6	-0.1	-0.6	-0.8	-0.7	-2.2
Services – Services	---	1.5	0.4	-0.1	-0.8	0.8	0.5	0.2
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	---	0.6	2.3	1.8	-2.1	1.3	1.0	1.3
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	---	1.7	-0.9	3.3	-0.5	0.7	0.6	2.9
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	---	1.9	-4.0	0.7	-3.9	-8.2	-7.0	1.5
Residential construction – Construction résidentielle	---	4.9	-7.8	-7.3	-2.6	-10.0	-1.6	8.7
Non-residential construction – Construction non résidentielle	---	0.6	-0.3	2.8	-2.2	-6.6	-8.9	1.6
Machinery and equipment – Machines et matériel	---	1.1	-4.5	4.7	-6.3	-8.6	-8.2	-3.4
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	---	1.6	-3.2	2.3	-2.9	0.9	1.6	-5.9
Merchandise – Marchandises	---	1.9	-3.5	3.2	-2.3	1.2	2.2	-6.1
Non-merchandise – Invisibles	---	-0.7	-1.4	-3.8	-7.2	-1.2	-2.4	-4.3
Imports of goods and services – Importations de biens et services	---	7.3	-4.3	-1.7	-8.6	-6.4	-0.9	-2.5
Merchandise – Marchandises	---	9.0	-4.6	-2.5	-9.7	-6.5	-0.5	-3.8
Non-merchandise – Invisibles	---	-0.5	-3.1	1.9	-3.5	-5.9	-2.7	2.8
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit Intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	---	-0.9	-0.3	1.7	-1.1	0.2	-0.6	-0.6

Text Table V

**Laspeyres Chain Volume Indexes (linked quarterly), Gross Domestic Product, Percentage Change from the Previous Quarter.**

Tableau explicatif V

**Indices de volume Laspeyres en chaîne (enchaînement trimestriel), Produit intérieur brut, Variation en pourcentage par rapport au trimestre précédent.**

	Quarter - Trimestre							
	1983				1984			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	1.8	1.2	1.6	0.8	1.4	1.0	0.2	1.8
Durable goods – Biens durables	3.9	5.5	4.6	2.4	5.1	1.0	0.7	3.7
Semi-durable goods – Biens semi-durables	2.6	-0.5	1.8	1.0	1.6	2.3	-0.3	1.1
Non-durable goods – Biens non durables	1.2	0.6	0.7	0.2	-0.6	1.6	-1.0	1.6
Services – Services	1.4	0.8	1.3	0.7	1.5	0.3	1.0	1.5
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	-1.8	1.3	1.4	-0.9	0.6	-0.3	0.6	0.8
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	-6.0	-2.0	1.2	2.6	1.0	4.7	-0.5	2.4
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	-0.0	4.1	1.8	-0.6	0.7	-0.5	-0.5	0.0
Residential construction – Construction résidentielle	5.3	10.6	1.0	-4.8	0.7	-0.4	2.4	0.9
Non-residential construction – Construction non résidentielle	-2.3	-1.6	-0.8	2.1	-1.5	-0.8	1.0	-3.8
Machinery and equipment – Machines et matériel	-1.6	4.5	4.9	0.4	2.8	-0.4	-4.3	2.9
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	2.3	6.2	0.4	9.5	3.2	3.7	4.5	-0.1
Merchandise – Marchandises	3.5	5.4	0.5	10.3	2.7	4.5	5.0	-0.1
Non-merchandise – Invisibles	-5.5	11.7	-0.4	4.0	6.4	-2.3	0.5	-0.3
Imports of goods and services – Importations de biens et services	3.5	2.5	8.2	10.0	2.9	0.8	1.3	-1.9
Merchandise – Marchandises	6.7	0.8	9.0	12.0	3.4	0.9	2.4	-2.1
Non-merchandise – invisibles	-9.0	10.1	4.8	1.7	0.8	0.0	-4.1	-1.3
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	0.3	2.6	-0.1	0.4	1.2	1.3	1.1	1.7

Text Table V

**Laspeyres Chain price Volume Indexes (linked quarterly), Gross Domestic Product, Percentage Change from the Previous Quarter.**

Tableau explicatif V

**Indices de volume Laspeyres en chaîne (enchaînement trimestriel), Produit intérieur brut, Variation en pourcentage par rapport au trimestre précédent**

	Quarter – Trimestre							
	1985				1986			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	1.0	1.1	2.0	1.2	0.1	1.1	1.6	0.1
Durable goods – Biens durables	3.2	5.4	3.4	3.3	-0.2	-0.8	4.1	-2.3
Semi-durable goods – Biens semi-durables	0.5	1.3	2.2	1.9	-0.4	2.3	1.2	0.5
Non-durable goods – Biens non durables	0.9	-0.6	1.5	0.7	-1.1	0.7	1.4	-0.2
Services – Services	0.5	0.9	1.8	0.7	1.1	1.7	1.1	1.0
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	2.2	-0.1	-0.7	1.9	-0.0	0.5	0.3	0.6
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	1.4	5.7	2.8	-0.5	-1.7	-2.9	-3.4	-1.3
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	2.7	4.3	3.7	1.5	2.4	-1.0	-0.6	0.8
Residential construction – Construction résidentielle	-0.3	2.5	7.9	6.7	-1.2	3.7	1.7	2.2
Non-residential construction – Construction non résidentielle	2.9	7.8	-0.6	-2.7	4.4	-8.9	-5.0	-0.4
Machinery and equipment – Machines et matériel	5.1	2.6	4.4	0.9	3.9	1.8	0.7	0.3
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	0.8	1.0	-0.1	3.1	-0.2	-0.3	3.4	-1.3
Merchandise – Marchandises	0.7	1.1	-0.1	3.2	-0.5	-1.1	3.2	-0.1
Non-merchandise – Invisibles	1.5	-0.0	0.3	1.9	2.1	5.4	4.7	-9.2
Imports of goods and services – Importations de biens et services	3.3	5.1	2.1	0.4	2.8	-1.3	3.2	0.4
Merchandise – Marchandises	3.6	6.4	2.2	0.3	3.5	-2.2	3.1	0.5
Non-merchandise – Invisibles	1.9	-0.9	1.8	0.9	-0.9	3.2	3.3	-0.2
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	0.9	0.5	1.2	2.1	-0.4	0.8	0.9	-0.2

Text Table V

**Laspeyres Chain Volume Indexes (linked quarterly), Gross Domestic Product, Percentage Change from the Previous Quarter.**

Tableau explicatif V

**Indices de volume Laspeyres en chaîne (enchaînement trimestriel), Produit intérieur brut, Variation en pourcentage par rapport au trimestre précédent.**

	Quarter – Trimestre							
	1987				1988			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	1.3	1.8	1.0	1.4	0.4	0.9	1.2	1.4
Durable goods – Biens durables	3.0	5.3	1.9	1.9	0.9	1.1	1.3	0.7
Semi-durable goods – Biens semi-durables	0.4	2.0	1.0	1.0	-1.4	1.1	1.3	0.9
Non-durable goods – Biens non durables	-0.6	1.8	0.3	1.2	0.7	0.2	1.2	1.3
Services – Services	2.1	0.6	1.2	1.4	0.5	1.2	1.1	1.8
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	0.4	-0.8	0.3	0.1	1.3	1.1	1.5	-0.0
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	2.1	1.4	2.7	2.5	-0.9	1.4	1.1	0.4
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	3.7	4.6	4.7	3.9	1.5	3.0	1.0	2.6
Residential construction – Construction résidentielle	7.0	4.2	3.2	-0.3	1.5	0.0	0.0	3.0
Non-residential construction – Construction non résidentielle	-0.7	6.7	6.6	4.8	1.3	0.8	2.1	0.1
Machinery and equipment – Machines et matériel	3.7	3.5	4.8	7.8	1.7	7.8	1.3	4.0
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	2.0	-1.7	2.0	4.0	3.6	1.5	-1.1	0.8
Merchandise – Marchandises	2.1	-2.1	1.7	4.9	3.2	2.5	-1.5	0.5
Non-merchandise – Invisibles	1.0	1.5	3.8	-2.0	6.3	-5.3	1.5	3.1
Imports of goods and services – Importations de biens et services	1.6	0.7	1.3	8.3	4.0	1.0	0.1	3.2
Merchandise – Marchandises	1.6	0.1	1.3	9.3	4.7	0.3	-0.3	3.6
Non-merchandise – Invisibles	1.8	3.3	1.5	3.7	0.9	4.3	1.7	1.5
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	1.7	1.1	1.8	0.6	0.7	1.5	0.9	0.7

**Text Table V**

**Laspeyres Chain Volume Indexes (linked quarterly), Gross Domestic Product, Percentage Change from the Previous Quarter.**

**Tableau explicatif V**

**Indices de volume Laspeyres en chaîne (enchaînement trimestriel), Produit intérieur brut, Variation en pourcentage par rapport au trimestre précédent.**

	Quarter – Trimestre			
	1989			
	I	II	III	IV
Personal expenditure on consumer goods and services – Dépenses personnelles en biens et services de consommation	0.6	1.1	0.4	1.3
Durable goods – Biens durables	0.4	1.1	-0.6	1.5
Semi-durable goods – Biens semi-durables	-0.7	2.2	0.4	-0.1
Non-durable goods – Biens non durables	0.4	0.5	-0.4	0.8
Services – Services	1.0	1.2	1.3	1.7
Government current expenditure on goods and services – Dépenses publiques courantes en biens et services	0.4	0.2	0.9	0.5
Government investment in fixed capital – Investissement des administrations publiques en capital fixe	1.4	2.6	2.5	5.0
Business investment in fixed capital – Investissement des entreprises en capital fixe	2.6	-1.3	-0.9	2.4
Residential construction – Construction résidentielle	3.9	-5.2	1.8	4.2
Non-residential construction – Construction non résidentielle	1.9	-0.6	1.7	0.8
Machinery and equipment – Machines et matériel	1.8	2.6	-5.6	1.6
Exports of goods and services – Exportations de biens et services	0.6	-2.0	-0.3	-0.5
Merchandise – Marchandises	1.2	-2.0	-0.2	-0.5
Non-merchandise – Invisibles	-2.8	-2.2	-1.1	-0.5
Imports of goods and services – Importations de biens et services	0.9	2.0	-0.9	1.7
Merchandise – Marchandises	1.2	1.9	-1.0	1.6
Non-merchandise – Invisibles	-0.4	2.5	-0.0	2.0
Gross domestic product, excluding value of physical change in inventories – Produit intérieur brut, sans la valeur de la variation matérielle des stocks	0.9	-0.5	0.4	0.9

## Technical Series

The National Accounts and Environment Division (NAED) has a series of technical paper reprints, which national accounts users can obtain without charge. A list of the reprints currently available is presented below. For copies, contact the NAED client services representative at 613-951-3640 or write to Statistics Canada, 21st Floor, R.H. Coats Building, Tunney's Pasture, Ottawa, Ontario, K1A 0T6.

1. "Laspeyres, Paasche and Chain Price Indexes in the Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, fourth quarter 1988.
2. "Technical Paper on the Treatment of Grain Production in the Quarterly Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1989.
3. "Data Revisions for the Period 1985-1988 in the National Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1989.
4. "Incorporation in the Income and Expenditure Accounts of a Breakdown of Investment in Machinery and Equipment", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, third quarter 1989.
5. "New Provincial Estimates of Final Domestic Demand at Constant Prices", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, fourth quarter 1989.
6. "Real Gross Domestic Product: Sensitivity to the Choice of Base Year", reprinted from *Canadian Economic Observer*, May 1990.
7. "Data Revisions for the Period 1986-1989 in the National Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1990.
8. "Volume Indexes in the Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1990.
9. "A New Indicator of Trends in Wage Inflation", reprinted from *Canadian Economic Observer*, September 1989.
10. "Recent Trends in Wages", reprinted from *Perspectives on Labour and Income*, winter 1990.
11. "The Canadian System of National Accounts Vis-à-Vis The U.N. System of National Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, third quarter 1990.
12. "The Allocation of Indirect Taxes and Subsidies to Components of Final Expenditure", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, third quarter 1990.
13. "The Treatment of the GST in the Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1991.
14. "The Introduction of Chain Volume Indexes in the Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1991.

## Série technique

La Division des comptes nationaux et de l'environnement (DCNE) a à sa disposition une série de tirés à part d'articles techniques, que les utilisateurs des comptes nationaux peuvent obtenir sans frais. Voici la liste des tirés à part disponibles. Pour obtenir des copies, communiquez avec la responsable des service aux clients de la DCNE (613-951-3640) ou écrire à Statistique Canada, 21e étage, édifice R.H. Coats, Tunney's Pasture, Ottawa, Ontario, K1A 0T6.

1. "Les indices de prix Laspeyres, Paasche et en chaîne dans les comptes des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, quatrième trimestre 1988.
2. "Document technique sur le traitement de la production de céréales dans les comptes trimestriels des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1989.
3. "Révision des données de la période 1985-1988 dans les comptes nationaux des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1989.
4. "Incorporation dans les comptes des revenus et dépenses d'une décomposition de l'investissement en machines et matériel", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, troisième trimestre 1989.
5. "Les nouvelles estimations provinciales de la demande intérieure finale en prix constants", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, quatrième trimestre 1989.
6. "Produit intérieur brut en termes réels: sensibilité au choix de l'année de base", tiré à part de *l'Observateur économique canadien*, mai 1990.
7. "Révisions des données de la période 1986-1989 dans les comptes nationaux des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1990.
8. "Les indices de volume dans les comptes des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes des revenus et dépenses*, premier trimestre 1990.
9. "Un nouvel indicateur des tendances de l'inflation par les salaires", tiré à part de *l'Observateur économique canadien*, septembre 1989.
10. "Tendances récentes des salaires", tiré à part de *l'Emploi et le revenu en perspective*, hiver 1990.
11. "Le système de comptabilité nationale du Canada et le système de comptabilité nationale des Nations Unies", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, troisième trimestre 1990.
12. "La répartition des impôts indirects et des subventions aux composantes de la dépense finale", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, troisième trimestre.
13. "Le traitement de la TPS dans les comptes des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1991.
14. "L'introduction des indices de volume en chaîne dans les comptes des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1991.



1010186804

**Technical Series - concluded**

15. "Data Revisions for the Period 1987-1990 in the National Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, second quarter 1991.
16. "Volume Estimates of International Trade in Business Services", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, third quarter 1991.
17. "The Challenge of Measurement in the National Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, fourth quarter 1991.
18. "A Study of the Flow of Consumption Services from the Stock of Consumer Goods", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, fourth quarter 1991.
19. "The Value of Household Work in Canada, 1986", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1992.
20. "Data Revisions for the Period 1988-1991 in the National Income and Expenditure Accounts", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, Annual Estimates, 1980-1991.
21. "Cross-border Shopping - Trends and Measurement Issues", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, third quarter 1992.
22. "Reading Government Statistics: A User's Guide", reprinted from *Policy Options*, Vol. 14, No. 3, April 1993.
23. "The Timeliness of Quarterly Income and Expenditure Accounts: An International Comparison", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1993.
24. "National Income and Expenditure Accounts: Revised Estimates for the period from 1989 to 1992", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, Annual Estimates, 1981-1992.
25. "International Price and Quantity Comparisons: Purchasing Power Parities and Real Expenditures, Canada and the United States", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, Annual Estimates, 1981-1992.
26. "The Distribution of GDP at Factor Cost by Sector", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, third quarter 1993.
27. "The Value of Household Work in Canada, 1992", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, fourth quarter 1993.
28. "Assessing the Size of the Underground Economy: The Statistics Canada Perspective", reprinted from *Canadian Economic Observer*, May 1994.
29. "National Income and Expenditure Accounts: Revised Estimates for the period from 1990 to 1993", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, first quarter 1994.
30. "The Canadian National Accounts Environmental Component: A Status Report", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, Annual Estimates, 1982-1993.
31. "The Tourism Satellite Account", reprinted from *National Income and Expenditure Accounts*, second quarter 1994.
- ... de 1987-1990 dans les comptes nationaux des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, deuxième trimestre 1991.
16. "Estimations en volume du commerce international des services commerciaux", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, troisième trimestre 1991.
17. "Le défi de la mesure dans les comptes nationaux", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, quatrième trimestre 1991.
18. "Étude sur le flux des services de consommation générés par le stock de biens de consommation", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, quatrième trimestre 1991.
19. "La valeur du travail ménager au Canada, 1986", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1992.
20. "Révisions des données de la période 1988-1991 dans les comptes nationaux des revenus et dépenses", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, estimations annuelles, 1980-1991.
21. "Achats outre-frontière - Tendances et mesure", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, troisième trimestre 1992.
22. "Comment "lire" les statistiques produites par le gouvernement: un guide pratique", tiré à part de *Options Politiques*, Vol. 14, N° 3, Avril 1993.
23. "L'Actualité des comptes des revenus et dépenses trimestriels: une comparaison à l'échelle internationale", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1993.
24. "Comptes nationaux des revenus et dépenses: Estimations révisées pour la période de 1989 à 1992", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, estimations annuelles, 1981-1992.
25. "Comparaisons internationales des quantités et des prix: parités de pouvoir d'achat et dépenses réelles, Canada et États-Unis", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, estimations annuelles, 1981-1992.
26. "La ventilation par secteur du PIB au coût des facteurs", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, troisième trimestre 1993.
27. "La valeur du travail ménager au Canada, 1992", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, quatrième trimestre 1993.
28. "Évaluation de la dimension de l'économie souterraine: le point de vue de Statistique Canada", tiré à part de *l'Observateur économique canadien*, mai 1994.
29. "Comptes nationaux des revenus et dépenses: Estimations révisées pour la période de 1990 à 1993", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, premier trimestre 1994.
30. "Rapport d'étape: élément environnemental des comptes nationaux du Canada", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, estimations annuelles, 1982-1993.
31. "Le Compte satellite du tourisme", tiré à part de *Comptes nationaux des revenus et dépenses*, deuxième trimestre 1994.



