

# Révision des estimations en volume des comptes nationaux

## 1. Synthèse

L'année dernière, l'ICN a procédé à une révision occasionnelle approfondie des agrégats des comptes nationaux à prix courants. Cette année, comme annoncé, la méthodologie des estimations en volume a été sensiblement revue.

La révision des estimations en volume couvre trois volets:

- Un contrôle de qualité des séries relatives à la production, à la consommation intermédiaire et à la valeur ajoutée en prix de 2000 au niveau NACE 2 (60 branches d'activité). Des adaptations des déflateurs sous-jacents et des évolutions en volume ont été effectuées le cas échéant.
- L'adaptation de la méthodologie utilisée pour les estimations en volume dans les établissements d'éducation non marchands. Jusqu'à présent, on estimait le volume des services éducatifs produits comme étant la somme des coûts déflatés; selon la nouvelle méthodologie, la production en volume est estimée à l'aide d'un indicateur direct de volume (nombre d'élèves-heures par type d'enseignement et par région).
- La transformation de séries en prix d'une année de base fixe (2000) en séries en prix de l'année précédente dont peuvent être dérivées des séries en euros chaînés.

L'incidence de ces trois éléments sur la croissance en volume du PIB durant les années (semi-) définitives<sup>1</sup> est illustrée ci-dessous:

**TABLEAU 1 CROISSANCE EN VOLUME DU PIB**  
(en p.c.)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Croissance du PIB en volume avant révision (a)</b>	<b>1,2</b>	<b>3,3</b>	<b>1,9</b>	<b>3,1</b>	<b>3,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,9</b>
Révision des volumes dans les établissements d'éducation non marchands	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0
Révision des volumes dans les autres branches d'activité	0,1	-0,1	0,2	0,0	-0,2	-0,1	0,1	0,1
Conversion en indices chaînés	0,1	0,2	-0,4	0,4	-0,1	0,0	0,0	0,0
<b>Croissance du PIB en volume après révision (b)</b>	<b>1,2</b>	<b>3,5</b>	<b>1,7</b>	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>
<b>Ecart de croissance avant et après révision (b) - (a)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>

Source: ICN

1. La révision de la croissance en volume du PIB pendant l'année 2004 a fait passer celle-ci de 2,6 p.c. (septembre 2005) à 3 p.c. (septembre 2006). Cette révision reflète dans une large mesure celle de la croissance du PIB à prix courants (qui est passée de 4,9 à 5,4 p.c.), en utilisant des données de base plus définitives.

Il en ressort que l'effet de la révision sur la croissance annuelle en valeur absolue n'est jamais supérieur à 0,3 point de pourcentage. L'incidence de la révision des volumes dans les autres branches d'activité est positive en 1996, 1998, 2002 et 2003 et négative en 1997, 2000 et 2001, tandis que l'effet de la révision dans l'enseignement sur les taux de croissance globaux est négatif pour les années 1996, 1999 et 2001 et positif en 2000.

La conversion en indices chaînés n'a d'effets sur la croissance qu'au début de la période; ces effets sont notables en 1998 et en 1999.

## 2. Adaptation des estimations en volume dans l'enseignement

### 2.1 Contexte

Conformément à la décision 2002/990 de la Commission européenne, les méthodes d'estimation utilisées par les différents États membres pour mesurer la production en volume sont classées en trois catégories : A (idéale), B (alternative acceptable) et C (inacceptable). Sur la base d'un rapport établi par Eurostat en 2005, il ressortait que de nombreuses méthodes utilisées en Belgique étaient des méthodes C. Tel est le cas des branches d'activité non marchandes ou marchandes à forte intervention financière des pouvoirs publics, qui représentent près de 20 p.c. de la valeur ajoutée brute totale de l'économie belge.

Afin de satisfaire les exigences d'Eurostat, l'Institut des comptes nationaux a dès lors décidé de réviser la mesure en volume de la production des établissements d'éducation publics non marchands<sup>1</sup> (NACE 80), des administrations publiques (NACE 75) et des prestataires de soins de santé (NACE 85). Plus précisément, l'objectif est de remplacer les méthodes C (inacceptable) de mesure en volume de la production par des méthodes B (alternative acceptable)<sup>2</sup>.

La première étape de ce programme de révision, qui concerne les établissements d'éducation, a été finalisée pour la publication «Comptes nationaux détaillés 1995-2005» de novembre 2006. Les modifications méthodologiques et les incidences sur les séries publiées sont décrites ci-dessous.

### 2.2 Modifications méthodologiques

La principale modification opérée entre l'ancienne et la nouvelle méthode de mesure en volume de la production des établissements d'éducation non marchands est le passage d'une méthode de déflation des inputs pour la totalité de la production à une mesure en volume distincte et satisfaisant les critères d'une méthode B pour chaque type de service produit. Par ailleurs, les mesures en volume sont à présent effectuées au niveau régional<sup>3</sup> alors qu'elles se limitaient précédemment au niveau national.

Dans l'ancienne méthode de mesure en volume, les différentes composantes des coûts de production (consommation intermédiaire, rémunérations, consommation de capital fixe) étaient déflatées séparément pour être ensuite agrégées en volume. L'agrégation de ces inputs en volume correspondait à la production en volume des établissements d'éducation non marchands.

Dans la nouvelle méthode de mesure en volume, la production des établissements d'éducation est d'abord ventilée entre les différents services produits: services d'éducation non marchands (88,6 p.c. de la production totale), services d'administration publique et de recherche non marchands (9,0 p.c.) et services marchands, c'est-à-dire les cantines scolaires, les pensionnats, la recherche marchande et la production de software pour compte propre (2,4 p.c.). Cette ventilation était déjà disponible dans les comptes des administrations publiques mais elle a été affinée pour isoler les activités de recherche non marchande de l'enseignement supérieur. La production a également été ventilée par région afin d'obtenir des mesures régionales en volume.

1. Par opposition aux établissements d'éducation privés non marchands qui appartiennent au secteur des Institutions sans but lucratif au service des ménages (S.15).

2. Le choix de méthodes B plutôt que de méthodes A se justifie parce que la distinction entre des méthodes A et méthodes B tient essentiellement à la prise en compte ou non d'ajustements de qualité. Or, conceptuellement, il n'existe actuellement pas de consensus sur les indicateurs de qualité à utiliser.

3. C'est-à-dire la région de Bruxelles-Capitale, la région flamande et la région wallonne.

Pour chacun de ces services, des indicateurs de volume (effet prix dérivés) ou des indices de prix (effet volume dérivé) satisfaisant les critères d'une méthode B sont ensuite appliqués en tenant compte du caractère marchand ou non marchand du service fourni ainsi que de son caractère individuel ou collectif. Des mesures de volume régionales sont par ailleurs utilisées lorsque l'information est disponible.

1. Les services d'éducation non marchands correspondent à des services individuels. Ils ne peuvent pas être déflatés selon la méthode des inputs. Conformément aux exigences d'Eurostat, le nombre total d'heures de cours suivies par l'ensemble des étudiants (nombre d'heures-élèves) a été utilisé comme mesure en volume. Afin de satisfaire les critères d'une méthode B, cette mesure du nombre d'heures-élèves doit être la plus complète possible, la plus détaillée possible et pondérée par les coûts. La couverture complète de la mesure en volume a été assurée en étroite collaboration avec les ministères de l'Éducation des différentes communautés. En ce qui concerne le niveau de détail, la mesure en volume du nombre d'heures-élèves a été réalisée distinctement pour chaque région et pour chaque catégorie d'enseignement reprise dans la classification fonctionnelle des administrations publiques (COFOG<sup>1</sup> à deux positions<sup>2</sup>). Enfin, l'indicateur de volume national des services d'éducation correspond à la moyenne des indicateurs de volume par type d'enseignement et par région pondérés par les coûts repris dans les budgets des communautés.
2. La production collective non marchande (administration publique, recherche non marchande) est déflatée sur la base de la méthode des inputs utilisée précédemment pour l'ensemble de la production des établissements d'éducation. En ce qui concerne les dépenses de consommation intermédiaire et de consommation de capital fixe, les déflateurs nationaux demeurent inchangés. Par contre, les déflateurs des rémunérations ont été recalculés par région.
3. La production des services marchands est déflatée sur la base d'indices de prix nationaux car les indices de prix régionaux n'existent pas à ce niveau: indice des prix à la consommation pour les services auxiliaires marchands (cantines scolaires, internats), indice des prix spécifique aux investissements en software pour la production de software pour usage final propre et indice des salaires conventionnels des employés pour les services de recherche marchande.

### 2.3 Effets de la révision

La révision de la mesure en volume des établissements d'éducation non marchands a une incidence non négligeable sur l'évolution de la production. Entre les versions 2005 et 2006 des comptes nationaux, la croissance cumulée de la production en volume passe ainsi de 9,2 p.c. à 5,1 p.c. sur la période 1995 à 2004 (cf. tableau 2). Un effet analogue est observé sur l'évolution de la valeur ajoutée puisque la croissance revient de 7,7 p.c. à 3,5 p.c. Par ailleurs, les variations annuelles de la production et de la valeur ajoutée en volume sont de moindre ampleur après la révision.

**TABEAU 2 ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DE LA VALEUR AJOUTÉE EN VOLUME DES ÉTABLISSEMENTS D'ÉDUCATION NON MARCHANDS AVANT ET APRÈS RÉVISION**  
(pourcentages de variation par rapport à l'année précédente)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Δ 2004/ 1995
<b>Production</b>											
Publication 2006 (après révision)	-0,4	0,3	1,5	0,2	0,3	0,7	0,9	1,2	0,3	0,3	5,1
Publication 2005 (avant révision)	2,1	0,0	2,2	1,1	-1,6	2,4	1,1	1,4	0,2	-	9,2
2006-2005	-2,5	0,3	-0,7	-0,9	1,9	-1,7	-0,2	-0,2	0,1	-	-4,1
<b>Valeur ajoutée</b>											
Publication 2006 (après révision)	-1,4	0,2	1,1	-0,1	0,9	0,6	0,1	0,5	1,5	-0,4	3,5
Publication 2005 (avant révision)	1,4	-0,1	1,7	0,9	-1,4	2,5	0,5	0,8	1,2	-	7,7
2006-2005	-2,8	0,3	-0,6	-1,0	2,3	-1,9	-0,4	-0,3	0,3	-	-4,2

Source: ICN

1. Classification of the functions of Government.

2. Enseignement fondamental, enseignement secondaire, enseignement post-secondaire, enseignement supérieur et enseignement non classable par niveau.

### 3. Adaptation des agrégats en prix de 2000 (hors éducation)

#### 3.1 Optique production

L'évaluation et l'éventuel arbitrage des séries production (P1), consommation intermédiaire (P2) et valeur ajoutée (B1g) en volume (et donc également des déflateurs de ces agrégats) s'imposaient pour les raisons suivantes:

- le passage au niveau de déclaration A60<sup>1</sup> ;
- l'incertitude quant aux informations sur les prix disponibles<sup>2</sup> ;
- les évolutions annuelles sous-jacentes improbables du coefficient technique (ratio input/output en volume) et/ou des prix relatifs (prix de l'output/prix de l'input) dans les séries actuelles pour un grand nombre de branches d'activités au niveau A60.

Les calculs des agrégats en volume sont effectués au niveau le plus détaillé de la répartition par branche utilisé dans les comptes nationaux, à savoir les branches d'activité du TRE<sup>3</sup>.

Les agrégats à prix courants sont déflatés selon la méthode de la double déflation: la production est déflatée par un déflateur calculé de la production, la consommation intermédiaire est déflatée par un déflateur calculé de l'input. Ces deux déflateurs sont estimés en combinant les informations sur les prix (qui émanent principalement de l'INS) avec les informations sur les produits tirées du tableau des ressources et des emplois (TRE) qui constitue la base du schéma de pondération des déflateurs.

Il est possible d'arbitrer les déflateurs de l'output et de l'input<sup>4</sup> parce que:

- les informations sur les prix ne sont pas toujours fiables;
- on ne connaît la structure de l'input que par approximation dans plusieurs branches d'activité;
- seules des valeurs unitaires<sup>5</sup> sont disponibles pour les biens importés<sup>6</sup> ;
- il n'existe guère d'informations sur les prix des services acquis en Belgique et à l'étranger.

Il y a toutefois plus de latitude pour adapter le déflateur de l'input (et donc la consommation intermédiaire en volume) que les prix de l'output (et donc l'output en volume).

Les adaptations effectuées se traduisent au niveau des branches d'activité par de moindres fluctuations annuelles des coefficients techniques et des prix relatifs, sans nier les mouvements tendanciels sous-jacents de ces ratios.

#### 3.2 Optique dépenses

L'adaptation de l'optique production en volume (valeur ajoutée) doit également être répercutée au niveau des dépenses. Les adaptations de la valeur ajoutée en volume ne se reflètent que dans quelques composantes des dépenses finales en volume. Il est ainsi procédé à des adaptations:

- des variations des stocks en volume;
- des importations en volume: dans la mesure où une grande partie de la consommation intermédiaire est importée, il n'est pas illogique que des adaptations de la consommation intermédiaire en volume donnent lieu à des modifications des importations en volume. Les termes de l'échange peuvent ainsi très légèrement se modifier.

Par contre, aucune adaptation ne survient en ce qui concerne:

- les dépenses de consommation en volume puisque le déflateur des dépenses de consommation des ménages est bien connu et qu'il ne change donc pas, pas plus que celui des dépenses de consommation des administrations publiques<sup>7</sup> et des ISBL;

1. Les problèmes concernant les séries en volume par branche d'activité peuvent demeurer invisibles au niveau A31 mais apparaître si celles-ci sont publiées plus en détail (A60).

2. À partir de l'année 2000, un nouvel indice a été compilé, qui devrait fournir de meilleures informations sur les prix dans l'industrie.

3. Il s'agit de groupements des branches d'activité NACE 3 ou NACE 4 qui forment 120 branches d'activité du tableau des ressources et des emplois.

4. Et donc d'adapter l'output, l'input et la valeur ajoutée en volume.

5. On obtient les valeurs unitaires en divisant la valeur des importations par le nombre de produits importés (par groupe de produits). La valeur ainsi obtenue par unité produite peut être considérée comme une approximation d'un prix à l'importation (par exemple le prix de la tonne d'acier), mais elle ne prend pas en compte les différences de qualité entre des produits qui ne sont pas homogènes.

6. Une partie de ceux-ci (matières premières et produits semi-finis) font partie de la consommation intermédiaire.

7. L'effet dérivé de l'estimation en volume adaptée au niveau de la production de services d'éducation sur la consommation publique en volume est abordé au point 3.

- les investissements en actifs immobilisés en volume puisque la production en volume des branches d'activité qui produisent des biens d'investissement (NACE 45, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35) ne varie pas<sup>1</sup> ;
- les exportations en volume puisque la plus grande partie d'entre elles concerne des marchandises qui sont produites dans l'agriculture et dans l'industrie et que la production en volume de ces branches ne varie guère, voire pas du tout.

### 3.3 Incidence de la révision

Comme le fait apparaître le tableau 1, l'évaluation et, le cas échéant, les arbitrages ne génèrent pour aucune année des écarts de croissance du PIB supérieurs, en valeur absolue, à 0,2 point de pourcentage.

## 4. Conversion en indices chaînés

### 4.1 Introduction

Les changements en valeur des agrégats économiques au cours du temps peuvent être décomposés d'une part, en un élément qui traduit l'évolution des prix des produits qui les composent et d'autre part, en un élément qui rend compte des modifications en volume de ces produits. La mesure en volume est importante au niveau des comptes nationaux pour connaître la croissance du PIB et de ses composantes, en tant qu'input de diverses études économiques qui examinent la structure et l'évolution de l'économie en termes réels, de même qu'en tant qu'input des mesures de productivité.

Afin de mesurer la croissance en volume du PIB et ses composantes, il convient d'éliminer de la variation en valeur l'effet des modifications de prix en maintenant les prix « constants ». Pour ce faire, une *année de base* était, jusqu'à présent, choisie et maintenue fixe pour calculer, au niveau le plus détaillé possible, les évolutions en volume. Dans cette approche, la structure des prix et les poids de cette année de base sont utilisés pour calculer des séries détaillées et des agrégats « aux prix constants de l'année de base ».

Etant donné que, au fil du temps, les prix relatifs de l'année de base sont de moins en moins pertinents, la possible distorsion de la mesure de la croissance pour une année donnée est d'autant plus grande que cette année est éloignée de la base. C'est pourquoi, dans les comptes nationaux, une nouvelle année de base était, jusqu'à présent, redéfinie tous les cinq ans. L'expérience, dans différents pays, a toutefois démontré qu'en présence de modifications rapides des prix relatifs, la procédure d'adaptation quinquennale de l'année de base est insuffisante pour mesurer les évolutions récentes de la croissance économique. Aussi, a-t-il été décidé au niveau de l'Union Européenne de passer à une *mise à jour annuelle de l'année de base*. Cette actualisation annuelle de la structure des prix revient à mesurer la croissance en « *mesure de volume en chaîne* »<sup>2</sup>.

En recourant à des indices chaînés, la croissance en volume entre deux périodes consécutives,  $t$  et  $t+1$ , est calculée en se référant aux prix et aux poids de l'année  $t$ . Par exemple, la croissance en volume des investissements entre l'année 1 et l'année 2 est obtenue en comparant les investissements de l'année 2 exprimés aux prix de l'année 1 aux investissements de l'année 1. La croissance entre les années 2 et 3 est obtenue en comparant les investissements de l'année 3 exprimés aux prix de l'année 2 aux investissements de l'année 2, etc. Les évolutions entre les périodes consécutives sont liées entre elles (cumulées) pour obtenir un indice chaîné. Quand l'indice chaîné d'un agrégat, ou d'un sous-agrégat, est appliqué au montant (niveau) d'une *année de référence*, par exemple 2004, on obtient une mesure de l'évolution en volume en « *euros chaînés (année de référence 2004)* ». Le choix de l'année de référence est sans effet sur le profil de croissance de la série.

L'introduction des indices chaînés améliore la précision de la mesure de la croissance économique et augmente la comparabilité internationale de données.

Les utilisateurs de séries en niveaux chaînés doivent tenir compte du fait que, en raison de caractéristiques statistiques techniques, l'application d'indices chaînés se traduit par une perte d'additivité des niveaux en volume (à l'exception des résultats se rapportant à l'année de référence et à celle qui la suit directement). La non-additivité implique que dans le cas de séries en niveau chaînés, le PIB n'est, par exemple pas égal à la somme de ses composantes (consommation finale, investissements, variation des stocks et exportations nettes). L'écart entre un agrégat et la somme de ses composantes qui découle de l'application de mesures de volume chaînées, ne peut être interprété comme un indicateur de qualité des statistiques et ne peut être ventilé entre les diverses composantes.

Après une présentation des indices chaînés en général, nous commentons ci-après l'application de ceux-ci dans les comptes nationaux.

## 4.2 Indices chaînés

Lors d'un calcul en volume où les poids de la formule d'indexation demeurent inchangés sur l'ensemble de la période d'observation, les valeurs en volume sont calculées aux prix d'une *année de base fixe* pour toutes les années, d'où le terme de «prix constants» ou «fixes». L'*année de base 0* est donc l'année pour laquelle les valeurs à prix courants sont utilisées pour pondérer les mesures en volume au niveau d'agrégation le plus détaillé (ou «élémentaire»).

La croissance entre l'année t et l'année de base 0 s'obtient directement en appliquant l'*indice de volume* de Laspeyres avec une année de base fixe:

$$Q_L^{0,t} = \frac{\sum_i q_i^t \cdot p_i^0}{\sum_i q_i^0 \cdot p_i^0} = \frac{\sum_i p_i^0 \cdot q_i^0 \cdot \frac{q_i^t}{q_i^0}}{\sum_i p_i^0 \cdot q_i^0} = \sum_i \frac{p_i^0 \cdot q_i^0}{\sum_i p_i^0 \cdot q_i^0} \cdot \frac{q_i^t}{q_i^0} = \sum_i \text{poids}_i \cdot \frac{q_i^t}{q_i^0}$$

En guise d'alternative, on peut également utiliser l'indice de volume chaîné de Laspeyres. Chaque maillon de la chaîne est un indice de volume de Laspeyres qui décrit la croissance entre deux périodes consécutives. L'année de base n'est plus fixe mais variable; il s'agit chaque fois de la première des deux périodes successives.

Maillon de la chaîne entre les périodes t-1 et t:

$$Q_L^{t-1,t} = \frac{\sum_i q_i^t \cdot p_i^{t-1}}{\sum_i q_i^{t-1} \cdot p_i^{t-1}}$$

L'*indice chaîné*, qui décrit la croissance sur la période allant de l'année 0 à l'année t, est le produit des indices entre les périodes successives:

$$Q_L^{0,t} = Q_L^{0,1} \cdot Q_L^{1,2} \cdot \dots \cdot Q_L^{t-1,t} = \prod_{\tau=1}^{\tau=t} Q_L^{\tau-1,\tau}$$

L'utilisation d'indices chaînés permet d'obtenir une comparaison entre deux périodes 0 et t, qui peuvent être éloignées de deux périodes ou plus, en multipliant un certain nombre de maillons entre eux, où ces maillons sont des indices de volume de la croissance entre deux périodes consécutives. Contrairement aux indices fondés sur une année de base fixe, la structure de pondération d'un indice chaîné n'est pas fixe mais composite. La croissance entre les périodes 0 et t dépend donc de tous les taux de croissance intermédiaires entre deux périodes successives. À l'inverse de l'indice de volume avec une année de base fixe, l'indice de volume chaîné dépend donc du «sentier de croissance».

La notion d'année de référence est importante lorsque l'on présente l'indice chaîné d'une série chronologique. L'année de référence est l'année utilisée pour présenter la série en volumes. Dans une série d'indices, il s'agit de l'année qui est égale à 100. Dans la série d'indices ci-dessous, où l'année de base est chaque fois l'année précédente, cela vaut pour chacun de ces indices :  $t-1=100$ . L'année de référence est l'année de base, mais celle-ci change chaque année:

1999	2000	2001	2002	2003
98	105	104	107	110

Cette série peut être exprimée en une année de référence fixe, grâce au «re-référencement» («re-referencing» ou «chaining»). Dans l'exemple ci-dessous, l'année 2000 a été choisie comme année de référence fixe. Le choix de l'année de référence est sans incidence sur les taux de croissance entre deux périodes successives.

1999	2000	2001	2002	2003
95,2	100	104	111,3	122,4

1999:  $100/1,05 = 95,2$   
 2000: année de référence = 100  
 2001:  $100 \cdot 104/100 = 104$   
 2002:  $104 \cdot 107/100 = 111,3$   
 2003:  $111,3 \cdot 110/100 = 122,4$

#### 4.3 Mesure en chaîne du volume dans les comptes nationaux: principes généraux

Au terme de débats approfondis au sein d'enceintes internationales, il a été décidé que, pour les comptes nationaux, il était préférable de mesurer les volumes en recourant aux indices chaînés plutôt qu'aux traditionnels indices à année de base fixe. Outre le fait de passer d'une année de base fixe à une année de base variable, la question de la formule à appliquer se pose également (cf. annexe). L'Union européenne a décidé que les États membres doivent calculer les variations en volume annuelles au moyen de l'indice de Laspeyres.

Les avantages et les inconvénients des calculs en volume avec une année de base fixe ou avec des indices chaînés sont illustrés grâce à l'exemple ci-dessous, où un agrégat C est calculé à partir des sous-agrégats A et B, lesquels sont à leur tour calculés à partir des produits a1, a2 et b1, b2.

Pour nommer les valeurs obtenues en recourant aux indices chaînés, on utilise la notion d'euros chaînés (année de référence yyyy). Ainsi par exemple, les «euros chaînés (année de référence 2000)» présentent les séries temporelles en niveau de volume chaîné qui sont obtenues en multipliant la série d'indices chaînés par la valeur (à prix courants) de l'agrégat concerné au cours de l'année de référence 2000.

Pour les périodes 1 et 2, la valeur du sous-agrégat A en euros chaînés s'obtient en multipliant la valeur de l'année de référence (période 0) par l'indice chaîné (chaîne QL) pour, respectivement, les périodes 1 et 2. Le maillon qui va par exemple de la période 2 à la période 1 de cet indice chaîné s'obtient en calculant l'indice de volume de Laspeyres pour la somme des produits sous-jacents a1 et a2. On obtient la valeur du sous-agrégat B et de l'agrégat C de la même manière. L'agrégat C est composé des produits a1, a2, b1 et b2. Ainsi par exemple, l'indice de volume de Laspeyres de C de la période 2 à la période 1 est égal à  $118,1 = 482,0/408$ .

À remarquer que la valeur correcte en euros chaînés de C pour la période 2 est égale à 432,4 et non à  $C' = A+B = 434,2$ . Le montant de 432,4 est en effet cohérent avec le taux de croissance QL calculé préalablement (période 2 / période 1) pour le total, à savoir 118,1.

La seule manière d'exprimer les données de l'exemple ci-dessus dans l'année de référence fixe 2000, sans affecter les taux de croissance du total C et des sous-agrégats A et B, consiste donc à re-référencer chaque série (C, A, B, a1, a2, b1, b2) séparément.

**TABLEAU 3 CALCUL DES VOLUMES EN EUROS CHAÎNÉS**

période	0			1				2			
	P0	Q0	P0.Q0	P1	Q1	P1.Q1	P0.Q1	P2	Q2	P2.Q2	P1.Q2
a1	20	3	60	14	5	70	100	10	10	100	140
a2	10	14	140	10	13	130	130	10	10	100	100
A=a1+a2			200			200	230			200	240
QL t/t-1							115,0				120,0
							=100*230/200				=100*240/200
chaîne QL			100				115,0				138,0
											=115*120/100
valeur A			200				230,0				276,0
											=200*138/100
b1	5	11	55	7	14	98	70	8	16	128	112
b2	6	14	84	10	11	110	66	11	13	143	130
B=b1+b2			139			208	136			271	242
QL t/t-1							97,8				116,3
chaîne QL			100				97,8				113,8
valeur B			139				136,0				158,2
valeur A + valeur B = C'			339				366,0				434,2
C= a1+a2+b1+b2			339			408	366,0			471	482,0
QL t/t-1			100				108,0				118,1
chaîne QL			100				108,0				127,5
valeur C			339				366,0				432,4
non-additivité (valeur C - C')			0				0,0				-1,8

Source: ICN

P : prix

Q : quantité

QL : indice de volume de Laspeyres t/t-1

Chaîne QL: indice de volume de Laspeyres, période de référence 0=100

### Avantages des mesures de volume en chaîne

L'indice de volume de Laspeyres avec année de base fixe (cf. point 4.2) fait apparaître que la structure de pondération fixe (le « poids » ou la « part budgétaire ») peut perdre de sa représentativité au fil du temps. Ce problème gagnera en importance à mesure que les prix relatifs subiront des modifications substantielles. Pour éviter une distorsion des taux de croissance à la suite d'*effets de substitution*, il est possible de revoir régulièrement l'année de base. Jusqu'à présent, cela se passait généralement tous les cinq ans au niveau des comptes nationaux. Si on recourt à des indices chaînés, cela se passe chaque année, de sorte que la structure de pondération est aussi pertinente que possible et que les taux de croissance annuels (et, normalement, également les taux de croissance à long terme) sont calculés de manière plus correcte.

L'effet de substitution est illustré ci-dessous en comparant la croissance en volume du sous-agrégat A calculée au moyen d'indices chaînés à celle calculée en se fondant sur une année de base fixe.



**TABEAU 4 CROISSANCE EN VOLUME À PRIX CONSTANTS (ANNÉE DE BASE 0)**

période	0			1			2		
	P0	Q0	P0.Q0	P1	Q1	P0.Q1	P2	Q2	P0.Q2
a1	20	3	60	14	5	100	10	10	200
a2	10	14	140	10	13	130	10	10	100
A=a1+a2			200			230			300
QL t/0			100			115,0			150,0
indice de volume t/t-1						115,0			130,4

Source: ICN

Les prix du produit a1 ont baissé relativement à ceux du produit a2, de sorte que les quantités négociées de produit a1 ont relativement augmenté. En appliquant une année de base variable (cf. tableau 3), l'indice de volume de A pour la période 2 / période 1 est égal à 120,0, de sorte que l'indice chaîné est égal à 138,0. En appliquant l'année de base fixe 0, la substitution du produit a1 par le produit a2 ne se reflète pas dans l'indice de la période 2 / période 0, et la croissance en volume est surestimée (150,0). Les indices à année de base fixe attribuent un poids trop élevé à des produits dont les prix relatifs ont baissé.

Si l'on utilise un indice à année de base fixe, la croissance entre deux périodes *consécutives* se calcule en divisant l'indice de la période t par celui de la période t-1. Dans le tableau 4, la croissance entre les périodes 2 et 1 est égale à  $150,0/115,0 = 130,4$ . Le taux de croissance de période en période, obtenu en divisant deux indices de volume de Laspeyres (avec une année de base différente de l'une de ces deux périodes) l'un par l'autre, n'est toutefois pas quant à lui un indice de Laspeyres, ni un autre type d'indice connu. L'avantage du recours à des indices chaînés est que la croissance en volume d'un agrégat entre deux années successives est clairement interprétable: il s'agit d'une moyenne arithmétique pondérée de la croissance en volume des composantes de cet agrégat, dont la pondération est la part de ces composantes dans la valeur de l'agrégat de l'année de base (variable)<sup>1</sup>. Ainsi par exemple, la croissance en volume du PIB d'une année donnée est égale à la moyenne arithmétique pondérée de la croissance en volume de ses composantes (consommation finale, investissements, variation des stocks, exportations nettes), où les parts de ces composantes à prix courants dans le PIB de l'année précédente servent de pondération. De même, la croissance de la consommation finale des ménages est une moyenne arithmétique pondérée de la croissance de ses composantes (produits alimentaires, habillement, transports, etc.), et chacune de ces composantes est une moyenne des rubriques sous-jacentes.

Un autre avantage du recours aux indices chaînés est que, à montants à prix courants et à indices de prix utilisés pour déflater donnés, le taux de croissance entre deux périodes consécutives ne doit jamais être révisé. Cela n'est pas le cas lorsque les volumes sont mesurés avec une année de base fixe.

### Inconvénients des mesures de volume en chaîne

Comme le fait apparaître l'exemple d'une série unique (cf. point 4.2), le choix d'une année de référence n'exerce aucune influence sur les taux de croissance entre deux périodes consécutives. Aussi, lorsqu'une variable est composée de diverses sous-variables, il faut que les taux de croissance annuels de chaque série restent inchangés si l'année de référence est modifiée. Chaque variable doit alors être re-référencée séparément, et ce pour la série la plus détaillée comme pour un sous-total ou un agrégat global comme le PIB. La conséquence en est que, dans les séries en volume (en niveau) avec une année de référence fixe, des discordances apparaissent entre les (sous-)agrégats et la somme des séries individuelles sous-jacentes. C'est le problème de la *non-additivité*<sup>2</sup>. Dans l'exemple ci-dessus, la non-additivité entre l'agrégat C et les sous-agrégats A et B est ainsi

1. À remarquer que l'option d'un indice (de volume) de Paasche, qui est une moyenne pondérée harmonique (cf. annexe), serait moins clairement interprétable qu'un indice de Laspeyres.
2. L'additivité des indices signifie que, à chaque niveau d'agrégation, l'indice (de volume) de l'agrégat est une moyenne arithmétique pondérée des indices (de volume) des composantes, où les valeurs de la période de base servent de pondération.  
L'additivité des niveaux signifie que l'identité *agrégat = somme des composantes* est maintenue lorsque les valeurs de la période de référence de l'agrégat et de ses composantes sont extrapolées dans le temps à l'aide d'une série d'indices de volume.

égale à 1,8 pour la période 2. Il y a bien sûr également non-additivité entre A et B et leurs composantes respectives. La non-additivité entre, par exemple, B et b1+b2 est égale à 0,2 pour la période 2<sup>1</sup>.

La non-additivité se manifeste à partir de la deuxième année qui suit l'année de référence. Dans l'exemple ci-dessus, il n'y a pas de non-additivité pour la période 1 puisque l'indice chaîné de volume de Laspeyres coïncide avec l'indice de volume t/t-1 de Laspeyres et que ce dernier est par construction un indice additif. À partir de la période 2, l'indice chaîné combine les schémas de pondération de plusieurs indices de volume t/t-1 de Laspeyres, ce qui entraîne une perte d'additivité. Étant donné la priorité qui, dans les comptes nationaux, est donnée à la mesure correcte des évolutions en volume, il est évident que la discordance entre les agrégats et la somme de leurs composantes ne peut pas être ventilée entre ces composantes.

#### 4.4 Le calcul des volumes dans la pratique

Dans la pratique, en ce qui concerne les comptes nationaux, les évolutions en volume ne sont pas calculées à partir d'informations directes sur les prix et les quantités, ces dernières n'étant généralement pas disponibles. Les agrégats en volume sont calculés en déflétant à un niveau aussi détaillé que possible les montants en valeur par un indice des prix dont la couverture est aussi proche que possible de la valeur à déflater. Ces deux méthodes de calcul donnent en principe le même résultat.

Ceci est illustré<sup>2</sup> ci-dessous pour l'indice de volume QL de Laspeyres pour la période actuelle t par rapport à la période de base 0, où  $\Sigma$  représente la somme de tous les produits i:  $\Sigma_{i=1}^N$ .

$$\begin{aligned}
 Q_L &= \Sigma (p_i^0 \cdot q_i^t) / p^0 \cdot q^0 \\
 &= \Sigma (p_i^0 \cdot (v_i^t / p_i^t)) / v^0 \quad (p^t \cdot q^t = v^t) \\
 &= \Sigma (v_i^t \cdot (p_i^0 / p_i^t)) / v^0 \\
 &= \Sigma (v_i^t / (p_i^t / p_i^0)) / v^0 \\
 &= \text{la somme des valeurs déflatées par un indice des prix de l'année en cours, divisée par la somme des valeurs (v) de l'année de base 0.}
 \end{aligned}$$

Si l'on applique les indices chaînés, la période de base 0 des formules ci-dessus doit bien sûr être remplacée par t-1.

Dans la mesure où l'évolution en valeur d'une variable se décompose en une composante de volume et une composante de prix et où la mesure en volume recourt à la formule de Laspeyres, le déflateur est du type Paasche (cf. annexe)<sup>4</sup>. Dans la pratique, les déflateurs de type Paasche sont rarement disponibles. Les évolutions de prix disponibles dans les statistiques de base nécessaires à l'établissement des comptes nationaux sont du type Laspeyres (par exemple l'indice des prix à la consommation ou les indices des prix à la production industrielle). Au niveau de déflation le plus détaillé, le quotient entre PLt et PLt-1 est utilisé comme approximation de l'évolution des prix de Paasche tel que requis en théorie. Plus le niveau de calcul du volume est détaillé, plus cette approximation sera proche du déflateur de Paasche, comme l'illustre l'exemple ci-dessous.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
	CUP t-1	indice de volume t/t-1	PYP	indice des prix t/t-1	CUP t
	2004 CUP	variation en volume 2005/2004	2005 en prix de 2004	variation des prix 2005/2004	2005 CUP
A	100	105,0	105	110,0	115,5
B	300	110,0	330	95,0	313,5
A+B	400	108,8	435	98,6	429

CUP: valeur à prix courants (current prices)  
 PYP: valeur en prix de l'année précédente (t en prix de t-1, previous year prices)

1. Les indices chaînés pour b1 et b2 sont respectivement égaux à 145,5 ((70/55)\*(112/99)\*100) et 92,9 ((66/84)\*(130/110)\*100) pour la période 2; il en résulte que les valeurs en niveaux chaînés sont respectivement égales à 80,0 (55\*145,5/100) et 78,0 (84\*92,9/100).
2. Pour la notation utilisée ici, cf. l'annexe relative aux formules des indices.
3. À remarquer également que la décomposition de l'évolution en valeur d'un agrégat (par exemple le PIB ou la consommation finale des ménages) en évolution volume et prix dans laquelle la formule de Laspeyres est choisie pour l'évolution en volume implique que le déflateur de cet agrégat soit un indice de Paasche. Cela explique en partie pourquoi le déflateur de la consommation finale des ménages peut différer de l'indice des prix à la consommation, qui est un indice des prix de Laspeyres à année de base fixe.

Un sous-agrégat A+B de la consommation finale des ménages consiste, par exemple, en légumes (A) et fruits (B). Les dépenses à prix courants de l'année en cours affectées aux légumes (cellule A;e) sont déflatées par les informations sur les prix des légumes issus de l'indice des prix à la consommation. L'indice des prix à la consommation est toutefois un indice des prix de Laspeyres à année de base fixe (par exemple 2000). Le quotient des indices de Laspeyres pour 2005 et 2004 (cellule A;d) sert d'approximation à l'indice des prix de Paasche. La consommation de légumes aux prix de 2004 (cellule A;c) est égale à  $115,5/(110,0/100)$ , soit 105. L'indice de volume 2005/2004 (cellule A;b) est égal à  $100*105/100$ , soit 105. Il en va de même pour les fruits (B). Les indices de volume pour A et B sont, par construction, du type Laspeyres, étant donné que l'évolution de la valeur entre 2004 et 2005 a été décomposée en une évolution en prix et en quantités et que cette première est, par hypothèse, du type Paasche. Il faut noter que plus le niveau de désagrégation auquel on travaille est détaillé (divers types de légumes et de fruits), plus cette hypothèse devient réaliste et plus l'indice de volume t/t-1 se rapproche de l'indice de Laspeyres souhaité. En effet, les groupes de produits sont plus homogènes et les éventuels effets de substitution susceptibles de se manifester lors du calcul de l'indice des prix t/t-1 sont minimisés<sup>1</sup>.

Dans la pratique, l'agrégat A+B en prix de l'année précédente (cellule A+B;c) est obtenu en additionnant les sous-agrégats A et B ( $435 = 105 + 330$ ), et l'indice de volume de l'agrégat A+B (cellule A+B;b) est calculé comme  $PYP/CUP\_t-1$ . L'indice des prix de A+B (cellule A+B;d) est obtenu par  $CUP\_t/PYP^2$ . Le calcul de chaque agrégat dont A+B est lui-même une composante est effectué de manière analogue.

Les calculs des volumes relatifs à l'output, à la consommation intermédiaire et aux autres variables des comptes nationaux peuvent être effectués de la même manière. Comme pour le calcul de la valeur ajoutée à prix courants, qui est la différence entre l'output et la consommation intermédiaire à prix courants, la valeur ajoutée en volume (COP ou PYP) est obtenue en retirant la consommation intermédiaire déflatée de l'output déflaté.

Pour convertir des séries à prix constants (COP2000) en prix de l'année précédente (PYP) pour les années pour lesquelles la mesure du volume en prix de l'année précédente n'a pas été effectuée au niveau le plus détaillé, l'on procède par série<sup>3</sup> de la manière suivante :

$$PYP (t \text{ en prix de } t-1) = \text{prix courants (CUPt)} / \text{approximation du déflateur de Paasche } t/t-1$$

où l'approximation du déflateur de Paasche est  $(CUPt / COP2000t) / (CUPt-1 / COP2000t-1)$ .

1. Dans la situation la plus homogène, c'est-à-dire lorsqu'un groupe de produits se compose d'un unique produit (par exemple des croissants), l'indice des prix de Laspeyres est identique à celui de Paasche, à savoir les «rapports de prix» (cf. Annexe : formule des indices).
2. À noter que l'indice des prix et l'indice de volume peuvent également être obtenus en appliquant respectivement les formules de Paasche et de Laspeyres (cf. Annexe : formule des indices). Le montant en PYP de A+B peut être calculé comme suit :  $CUP\_t-1 * \text{indice de volume } t/t-1$ . Les deux méthodes donnent le même résultat en raison des propriétés additives de la formule d'indice de Laspeyres. Si, pour la mesure de la croissance, le choix de la Commission européenne s'est porté sur les indices de volume de Laspeyres, c'est notamment en raison de leur facilité d'application et d'interprétation.
3. Niveau de détail de la conversion : output et consommation intermédiaire : 124 branches d'activité ; consommation finale des ménages : 113 rubriques ; investissements : 75 rubriques.

## Annexe: Formules des indices

Calcul des indices de prix P et des indices de volume Q pour N produits pour t+1 périodes

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 0, \dots, t$$

Les indices peuvent généralement être formulés comme des moyennes pondérées des rapports de prix ou de quantité. Les formules diffèrent principalement les unes des autres par les poids attribués aux rapports de prix ou de quantité ainsi que par le type de pondération utilisé (arithmétique, géométrique ou harmonique<sup>1</sup>).

Un indice des prix (ou un indice de volume) est une moyenne pondérée des variations proportionnelles des prix (rapports de prix, ou rapports de quantité) pour un groupe particulier de produits entre deux périodes.

Notation :

$$p_i^t \quad \text{prix de } i \text{ pendant la période } t$$

$$q_i^t \quad \text{quantité de } i \text{ pendant la période } t$$

$$p^t \equiv [p_1^t, \dots, p_N^t] \quad \text{vecteur de prix pour la période } t$$

$$q^t \equiv [q_1^t, \dots, q_N^t] \quad \text{vecteur de quantité pour la période } t$$

$$p_i^t/p_i^0 \quad \text{rapport de prix (price relative)}$$

$$q_i^t/q_i^0 \quad \text{rapport de quantité (quantity relative)}$$

$$v_i^t = p_i^t \cdot q_i^t \quad \text{valeur de } i \text{ à prix courants pendant la période } t$$
$$= (p_i^t/p_i^0) \cdot p_i^0 \cdot q_i^t$$

$$v^t = p^t \cdot q^t = \sum_{i=1}^N v_i^t = \sum_{i=1}^N p_i^t \cdot q_i^t \quad \text{valeur totale (aggregate value) à prix courants pendant la période } t$$

$$s_i^t \equiv p_i^t \cdot q_i^t / p^t \cdot q^t \quad \text{part du produit } i \text{ dans la valeur totale de la période } t \text{ (pondération)}$$

Les indices couramment utilisés sont ceux de Laspeyres, de Paasche ou de Fisher, qui peuvent être définis aussi bien pour les évolutions des prix que pour celles des volumes :

### Indice des prix de Laspeyres

$$P_L \equiv p^t \cdot q^0 / p^0 \cdot q^0 = \sum_{i=1}^N p_i^t \cdot q_i^0 / \sum_{i=1}^N p_i^0 \cdot q_i^0 = \sum_{i=1}^N s_i^0 (p_i^t / p_i^0)$$

$P_L$  est la moyenne arithmétique pondérée des rapports de prix  $p_i^t/p_i^0$ , où la pondération par produit  $i$  est la part de  $i$  dans la valeur totale de la période 0.

### Indice des prix de Paasche

$$P_P \equiv p^t \cdot q^0 / p^0 \cdot q^t = 1 / \sum_{i=1}^N p_i^0 \cdot q_i^t / p^t \cdot q^t = [\sum_{i=1}^N s_i^t (p_i^t / p_i^0)^{-1}]^{-1}$$

$P_P$  est la moyenne pondérée harmonique des rapports de prix  $p_i^t/p_i^0$ , où la pondération par produit  $i$  est la part de  $i$  dans la valeur totale de la période  $t$ .

1. La moyenne harmonique non pondérée de  $n$  observations de la variable  $x$  est :  $1 / ((\sum_i (1/x_i)) / n) = n / (\sum_i x_i^{-1})^{-1}$

#### Indice de volume de Laspeyres

$$Q_L \equiv p^0 \cdot q^t / p^0 \cdot q^0 = \sum_{i=1}^N s_i^0 (q_i^t / q_i^0)$$

$Q_L$  est la moyenne arithmétique des rapports de quantité  $q_i^t / q_i^0$ , où la pondération par produit  $i$  est la part de  $i$  dans la valeur totale de la période 0.

#### Indice de volume de Paasche

$$Q_P \equiv p^t \cdot q^t / p^t \cdot q^0 = [\sum_{i=1}^N s_i^t (q_i^t / q_i^0)^{-1}]^{-1}$$

$Q_P$  est la moyenne harmonique des rapports de quantité  $q_i^t / q_i^0$ , où la pondération par produit  $i$  est la part de  $i$  dans la valeur totale de la période  $t$ .

#### Indices de Fisher

Il s'agit de la moyenne géométrique des indices de Paasche et Laspeyres correspondants. Ils ont donc, par définition, une valeur intermédiaire à celle de ces indices.

$$P_F \equiv [P_L \cdot P_P]^{1/2}$$

$$Q_F \equiv [Q_L \cdot Q_P]^{1/2}$$

Lorsque les indices de Laspeyres et de Paasche sont utilisés, deux possibilités existent pour séparer les composantes volume et prix d'une évolution en valeur, dont l'indice de valeur est  $V = v^t / v^0$  :

$$V = P_L \cdot Q_P = P_P \cdot Q_L$$