

www.stat.gouv.qc.ca
I n s t i t u t d e l a s t a t i s t i q u e d u Q u é b e c

É C O N O M I E

Estimation du produit intérieur
brut régional des 17 régions
administratives du Québec
1997-2000

Cahier technique et méthodologique

Québec 

**ESTIMATION DU PRODUIT INTÉRIEUR BRUT RÉGIONAL
DES 17 RÉGIONS ADMINISTRATIVES DU QUÉBEC
1997-2000**

Cahier technique et méthodologique

préparé pour

l'Institut de la statistique du Québec

par

André Lemelin¹ et Pierre Mainguy²

INRS-UCS

Août 2005

1. Professeur-chercheur, INRS-UCS.
2. Consultant.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes :

- Réjean Aubé, notre collaborateur de tous les instants à l'Institut de la statistique du Québec, qui a fourni beaucoup d'information et qui a suivi le processus de calcul tout au long du travail;
- Yrène Gagné et Christiane Charron, de l'Institut de la statistique du Québec, pour la gestion et le suivi de nos besoins de documentation tout au long du processus;
- Pierre Corriveau, de Revenu Québec, qui a toujours répondu généreusement à nos questions et dont le service a consacré beaucoup de temps à produire les renseignements demandés;
- Sophie Brehain, de l'Institut de la statistique du Québec, qui a fait plusieurs recherches sur les immobilisations et les permis de bâtir résidentiels auprès de Statistique Canada;
- Jean-Louis Leblond, de l'Institut de la statistique du Québec, qui nous a aidés à propos des données sur les immobilisations;
- Stéphane Ladouceur et Rémy Thivierge, de l'Institut de la statistique du Québec, qui nous ont transmis les données régionales sur les évaluations foncières municipales;
- Jean Berselli et Laval Tremblay, de l'Institut de la statistique du Québec, qui nous ont, entre autres, communiqué les chiffres compilés à partir des micro-données de l'*Enquête sur les activités manufacturières*;
- Van Phu Nguyen, de l'Institut de la statistique du Québec, qui a été notre contact quant aux tableaux des entrées-sorties;
- Danielle Bilodeau, de l'Institut de la statistique du Québec, qui a porté à notre attention les travaux de Junius et Oosterhaven (2003) et qui a implémenté et utilisé le programme GAMS avec David Bahan, également de l'Institut de la statistique du Québec.

Plusieurs autres personnes de l'Institut de la statistique du Québec nous ont fourni des réactions ou commentaires sur le travail accompli : mentionnons Denis Belzile (secteur agricole), Serge Bernier (secteur culturel) et Richard Barbeau (administration publique). Enfin, il ne faudrait pas oublier de remercier le personnel de secrétariat pour l'appui qu'il nous a offert.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations	7
Présentation	9
1. Grandes lignes de la méthode proposée	13
1.1 Principes clés	13
1.2 Grandes lignes de la méthode	14
2. Données sources	17
2.1 Données cibles sur le PIB par industrie	17
2.1.1 Sources	17
2.1.2 Ajustement des données sur le PIB par industrie	19
2.2 Données fiscales de Revenu Québec	22
2.2.1 Salaires	22
2.2.2 Revenus nets des entreprises individuelles (RNEI)	22
3. Traitements préalables des données fiscales de Revenu Québec	25
3.1 Transformation des données selon le lieu de résidence en données selon le lieu de production	25
3.2 Passage de la CTI au SCIAN	30
4. Application des allocateurs aux composantes du PIB	33
4.1 Répartition de la rémunération des salariés (salaires et traitements), sauf trois des industries particulières	33
4.2 Ajustement des données fiscales de Revenu Québec sur les RNEI par industrie et par région, sauf industries particulières	33
4.3 Autres composantes du PIB, sauf industries particulières	35
4.4 Industries particulières	36
4.4.1 Pêche, chasse et piégeage (SCIAN 114)	37
4.4.2 Industrie de la construction (SCIAN 23)	37
4.4.3 Fabrication de produits du pétrole et du charbon (SCIAN 324)	38
4.4.4 Bailleurs de biens immobiliers (SCIAN 5A03)	38
4.4.5 Logements occupés par leurs propriétaires (SCIAN 5A04)	39
4.5 Étalonnage final	41
5. Résultats de l'estimation du PIB régional, 1997-2000	43
5.1 PIB des régions, 1997-2000	43

5.2 Comparaison des résultats avec les estimations tirées des micro-données de l' <i>Enquête sur les activités manufacturières</i> (EAM)	48
Références	49
Documents	49
Sites Web	50
Annexe 1 : Classification des industries SCIAN	51
Annexe 2 : Classification des industries CTI	55
Annexe 3 : Tableau synthèse des regroupements	59
Annexe 4 : Utilisation des matrices de navettage	61
A4.1 Choix des données à utiliser pour différents types de revenus	61
A4.2 Préparation des matrices de navettage	61
A4.3 Répartition des revenus avant prise en compte des résidants hors Québec	64
A4.4 Prise en compte des travailleurs domiciliés hors Québec	65
A4.5 Répartition des revenus après prise en compte des résidants hors Québec	67
A4.6 Répartition des RNEI de l'ensemble des industries en vue de l'ajustement par la méthode MinXEnt	67
A4.7 Complément de l'annexe 4 : implications de l'hypothèse faite à propos du revenu moyen des résidants hors Québec	68
Annexe 5 : Méthodologie de l'ajustement des RNEI	71
A5.1 Fondements épistémologiques de la méthode MinXEnt	71
A5.2 Généralisation de la méthode par Junius et Oosterhaven (2003)	73
A5.3 Application de la méthode de Junius et Oosterhaven (2003) à l'ajustement des RNEI	74
A5.4 Comparaison avec le critère des moindres carrés	76
Références	77
Annexe 6 : Modalités de répartition des valeurs de débarquement des pêches maritimes de Pêches et Océans Canada entre les régions administratives du Québec	79

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AEE	Autres excédents d'exploitation
BEA	Bureau of Economic Analysis des États-Unis d'Amérique
CAEQ	Classification des activités économiques du Québec
CTI	Classification type des industries
EERH	Enquête de Statistique Canada sur l'emploi, la rémunération et les heures travaillées
INSEE	Institut national de statistique et d'études économiques
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MinXEnt	Minimum Cross-Entropy (minimisation de l'entropie croisée)
ONS	Office for National Statistics du Royaume-Uni
PIB	Produit intérieur brut
PIBR	Produit intérieur brut régional
PIR	Produit intérieur réel
RA	Région administrative
RMR	Région métropolitaine de recensement
RNEI	Revenu net des entreprises individuelles (aussi appelé revenu mixte)
RPA	Revenus des particuliers en affaires
SCIAN	Système de classification industrielle d'Amérique du Nord
SNA	System of National Accounts des Nations Unies
SRST	Salaires et revenu supplémentaire du travail
TES	Tableaux des entrées-sorties (aussi appelés tableaux intersectoriels)
VA	Valeur ajoutée

PRÉSENTATION

Ce cahier technique présente la méthode utilisée pour estimer le produit intérieur brut régional des 17 régions administratives du Québec concernant les années 1997-2000. Quant aux années subséquentes, la méthode appliquée sera légèrement différente, puisque les données du recensement de la population de 2001 sont organisées selon le Système de classification industrielle de l'Amérique du Nord (SCIAN), tandis que celles de 1996 suivaient la Classification type des industries de 1980.

La première étape de l'élaboration de la méthode a consisté à recenser les expériences déjà tentées ailleurs pour calculer le PIB régional (PIBR), à juger de la valeur des méthodes recensées et à vérifier leur applicabilité à la situation des régions administratives du Québec. Ce survol des écrits a fait l'objet du premier rapport d'étape³.

On peut classer les méthodes en deux familles :

- Les méthodes dites « ascendantes » (de bas en haut) consistent à collecter les données économiques à l'échelle de l'établissement, puis à progresser par addition jusqu'à obtenir la valeur régionale de l'agrégat. Divers ajustements permettent ensuite de caler les données régionales sur les agrégats nationaux.
- Les méthodes descendantes consistent à répartir un chiffre national entre les régions sans essayer d'isoler l'établissement local. Le chiffre national est réparti à l'aide d'un indicateur aussi proche que possible de la variable à estimer.

En pratique évidemment, la plupart des méthodes sont mixtes, car, d'une part, avec la méthode ascendante, les données présentent presque toujours des lacunes qui doivent être comblées par une méthode descendante. D'autre part, les méthodes descendantes font aussi appel à des sources de données exhaustives comme les méthodes ascendantes.

Nous avons trouvé peu d'exemples de calcul de PIBR pour des territoires inférieurs à des États ou à des provinces, sauf – et l'exception est de taille – en ce qui concerne l'Union européenne.

Au Canada, la méthode du Conference Board pour estimer le PIB des RMR consiste à attribuer à une RMR une valeur ajoutée aux prix de base par industrie en proportion de la part de cette RMR dans l'emploi de cette industrie selon les données de l'*Enquête sur la population*

3. Pierre MAINGUY et André LEMELIN (2003). *Tour d'horizon des méthodes d'estimation des produits intérieurs bruts régionaux*, rapport d'étape présenté à l'Institut de la statistique du Québec, mars, non publié.

active (EPA) de Statistique Canada, enquête mensuelle, données par industrie. Or cette enquête produit des données sur la base du lieu de résidence, tandis que le PIB est défini en fonction du lieu de production. En outre, cette méthode est trop simple pour ne pas être très imprécise. En particulier, elle est inapplicable aux petites régions, à cause de la trop grande marge d'erreur des données de l'*Enquête sur la population active*.

En Australie et en Nouvelle-Zélande, il y a bien des données régionales, mais pas de produit intérieur brut régional (PIBR). Tout au plus avons-nous repéré un projet néo-zélandais de développement expérimental d'indicateurs d'activité économique à partir de données sur les recettes de taxes indirectes.

Aux États-Unis, le Bureau of Economic Analysis (BEA) n'estime pas de PIB à une échelle inférieure à celle des États. Nous avons néanmoins passé en revue la méthode utilisée pour les Gross State Products (GSP) qui, à l'instar de celle de Statistique Canada appliquée aux PIB provinciaux, est une méthode mixte (ascendante-descendante) qui fait appel à des données fiscales et administratives.

Au sein de l'Union européenne, l'application des règles de distribution des fonds structurels exige la connaissance du PIBR. Les calculs respectent les principes communs énoncés par Eurostat. Nous avons donc là des précédents qui se rapprochent de notre problématique. Mais il ne faut pas perdre de vue que les régions européennes ont une taille bien plus considérable, en population et en poids économique, que la plupart des 17 régions administratives du Québec. Nous avons examiné de plus près les méthodes respectives de l'Institut national de statistique et d'études économiques (INSEE), en France, et de l'Office for National Statistics (ONS), au Royaume-Uni.

L'ONS pratique une méthode très semblable à celles du BEA des États-Unis pour l'estimation des GSP et de Statistique Canada quant au PIB des provinces. Il semble cependant que le versant descendant ait plus d'importance dans la méthode de l'ONS. La principale faiblesse de cette méthode est que les revenus de travail sont répartis sur la base du lieu de résidence plutôt que sur celle du lieu de travail, comme l'exigerait le concept de produit intérieur brut. Par contre, les exigences modérées de la méthode ONS en matière de données permettent en principe de faire des estimations annuelles.

En France, l'INSEE applique une méthode qui s'appuie sur un système très complexe de données d'entreprises; il peut en outre tabler sur des « comptables régionaux », dont la présence à l'échelle locale et la connaissance du milieu permettent de mieux valider les

données. La méthode de l'INSEE est mixte à dominante ascendante. Elle nous a semblé plus précise que celle de l'ONS, mais aussi plus exigeante. C'est sans doute pourquoi elle n'est appliquée intégralement que dans le cas de certaines années balises (*benchmarks*), à partir desquelles on estime les valeurs des autres années par interpolation ou extrapolation.

Parmi les méthodes recensées, ce sont celles qu'appliquent l'INSEE en France et l'ONS au Royaume-Uni qui ont retenu notre attention. Nous avons donc examiné de façon plus approfondie les diverses dimensions du choix entre les deux approches. Ce choix a exigé notamment une étude plus attentive des définitions pertinentes du Système des comptes nationaux (System of National Accounts, SNA, de 1995), dans le but de les clarifier et, ainsi, de pouvoir interpréter correctement les deux méthodes.

La méthode élaborée pour l'estimation du PIB régional des 17 régions administratives du Québec, exposée dans les pages qui suivent, est une méthode mixte selon l'approche du revenu, plus proche de celle de l'ONS⁴.

Le cadre à l'intérieur duquel la méthode a été élaborée a été établi à la lumière des travaux préliminaires.

- L'année des premières estimations a été fixée à 1997. C'est en effet depuis cette année-là qu'est utilisé le Système de classification des industries d'Amérique du Nord (SCIAN). De plus, au moment où le projet a été lancé, 1997 était l'année la plus récente pour laquelle on possédait les TES et toutes les autres données pertinentes. Ces chiffres, qui peuvent être considérés comme « solides », constituent donc une base ferme sur laquelle appuyer les premières estimations du PIBR.
- La décision a été prise de fixer le niveau de détail sectoriel des calculs, selon la classification SCIAN, à celui dans lequel est publié le produit intérieur réel (PIR)⁵. La somme du PIB régional de chaque industrie devra donc être égale au PIB de cette industrie pour le Québec dans son ensemble (l'expression « PIB par industrie » désigne le PIR converti en dollars courants; voir plus loin). On s'attend néanmoins à ce que la somme du PIB régional de toutes les industries, c'est-à-dire le produit intérieur brut régional (PIBR)

4. André LEMELIN et Pierre MAINGUY (2003). *Proposition d'une méthode d'estimation des produits intérieurs bruts régionaux pour les 17 régions administratives du Québec*, rapport d'étape interne présenté à l'Institut de la statistique du Québec, juillet, non publié.

5. « Produit intérieur brut réel par industrie, aux prix de base, données désaisonnalisées et annualisées, base 1997, Québec, octobre 2004 »

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/conjn_econm/compt_econm/tsom10_2004.htm.

Le nombre d'industries réellement utilisé dans le calcul du PIBR est de 63. Cette classification est donc une agrégation de celle du PIR publié. La différence est expliquée à la section 3.2.

global, soit plus fiable que les résultats par industrie, à cause du simple jeu de la compensation des erreurs (ou, pour employer le langage des assurances, grâce à la répartition des risques d'erreur). Le détail par industrie constitue néanmoins un sous-produit utile du calcul du PIBR global.

- Le PIB régional est estimé en dollars courants. Ce choix s'accorde avec l'objectif d'obtenir un PIBR cohérent avec les Comptes économiques, puisque ces derniers sont d'abord produits en dollars courants, avant d'être traduits en dollars constants. Mais l'estimation du PIBR en dollars courants à partir du PIR exige que ce dernier ait été au préalable converti en PIB par industrie en dollars courants.

1. GRANDES LIGNES DE LA MÉTHODE PROPOSÉE

Le PIBR est calculé par industrie ou groupe d'industries, selon la méthode des revenus, définie dans le SNA de la façon suivante :

Produit intérieur brut (PIB) [aux prix de base], dans l'optique du revenu

Dans l'optique du revenu, le produit intérieur brut (PIB) est égal à la rémunération des salariés, plus les impôts, moins les subventions, sur la production et les importations, plus le revenu mixte brut, plus l'excédent d'exploitation brut.

Source : OCDE, 2001.

De manière plus détaillée, le système canadien des Comptes économiques distingue⁶ :

- Rémunération des salariés
- Bénéfices des sociétés avant impôt
- Intérêts et revenus divers de placement
- Revenu comptable net des exploitants agricoles au titre de la production agricole
- Revenu net des entreprises individuelles non agricoles, loyers compris
- Ajustement de la valeur des stocks
- Impôts indirects, moins subventions sur la production⁷
- Provisions pour consommation de capital

1.1 Principes clés

La méthode retenue consiste à répartir la rémunération des salariés et les revenus nets d'entreprises indépendantes (y compris agricoles) par industrie entre les régions au moyen d'allocateurs construits à partir des statistiques fiscales de Revenu Québec. Les autres composantes du revenu sont ensuite réparties pour chaque industrie proportionnellement à la somme de la rémunération du travail et des RNEI.

Cinq industries font l'objet d'un traitement particulier. Ce sont :

- Pêche, chasse et piégeage (SCIAN 114)
- Construction (SCIAN 23)

6. Voir notamment les *Comptes économiques provinciaux annuels*, Statistique Canada (13-213-PPB).

7. Dans la nomenclature des Comptes économiques, on trouve également les impôts indirects, moins les subventions, *sur les produits*. Toutefois, seuls les impôts indirects, moins les subventions, *sur la production* sont pris en compte dans le PIB *aux prix de base*.

- Fabrication de produits du pétrole et du charbon (SCIAN 324; CTI 360 Produits raffinés du pétrole et du charbon)
- Bailleurs de biens immobiliers (SCIAN 5A03; CTI 750 Services immobiliers, sauf lotisseurs)
- Logements occupés par leurs propriétaires (SCIAN 5A04)

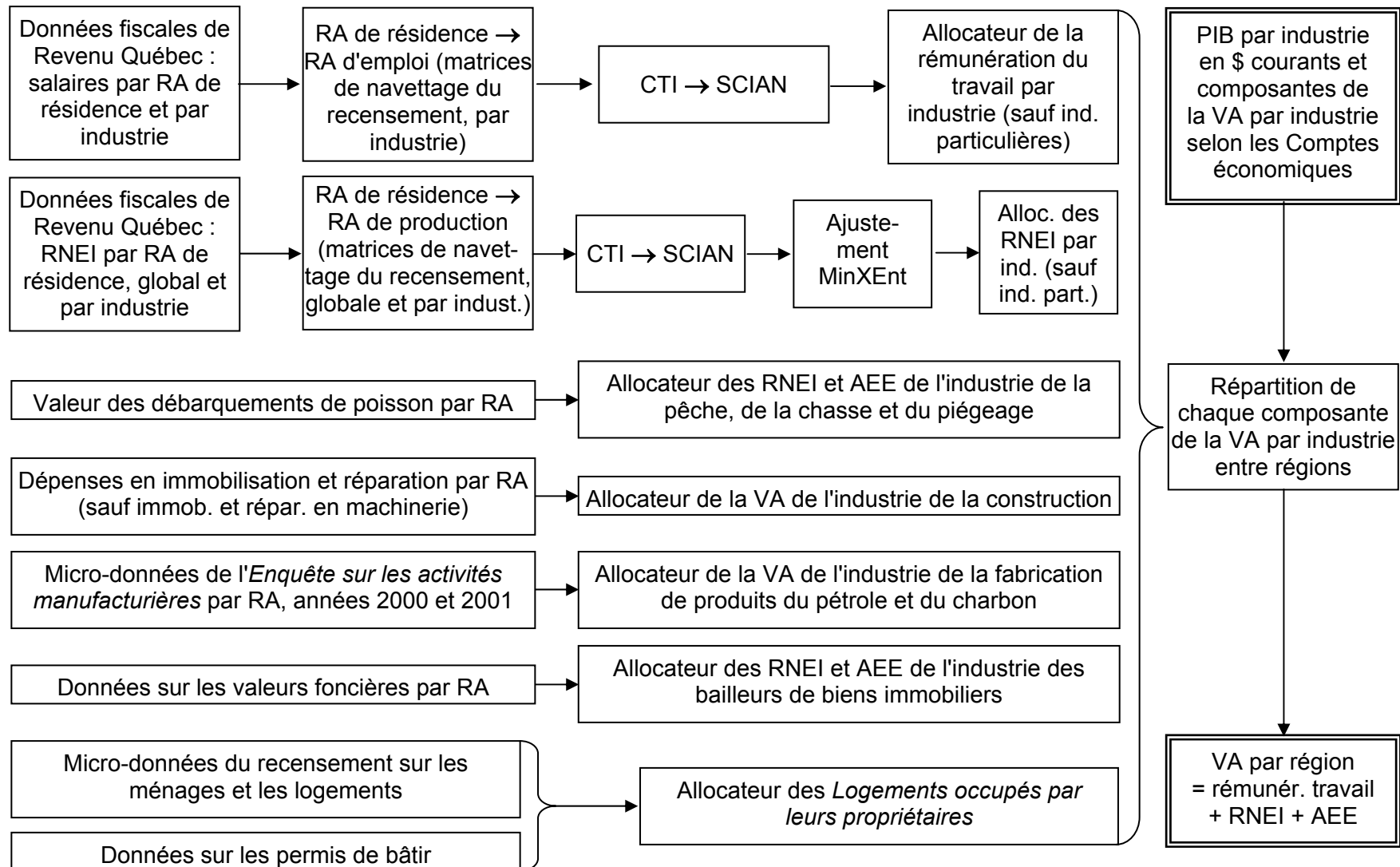
1.2 Grandes lignes de la méthode

Le processus d'application de la méthode est représenté à la figure 1. Il se résume de la façon suivante :

1. Le point de départ du processus est le total à répartir entre les régions :
 - la valeur ajoutée (VA) par industrie et par composante, en dollars courants, selon les Comptes économiques.
2. Les données sur la répartition régionale sont obtenues auprès de Revenu Québec et tirées des déclarations de revenus des particuliers :
 - salaires par région administrative de résidence et par industrie selon la Classification type des industries (industrie CTI);
 - RNEI par région administrative de résidence et par industrie CTI.
3. Les données fiscales de Revenu Québec selon le lieu de résidence sont transformées en données selon le lieu de travail au moyen des matrices de navettage résidence-travail par industrie CTI (compilation spéciale de Statistique Canada à partir des données du recensement de la population de 1996).
4. Les données par industrie CTI sont transposées au SCIAN.
5. La matrice des RNEI par industrie SCIAN et par région est ajustée, selon la méthode de minimisation de l'apport d'information (MinXEnt), de manière à exploiter toute l'information des données fiscales de Revenu Québec, tout en tenant compte des lacunes qu'elles comportent.
6. Les salaires et les RNEI ajustés par industrie sont utilisés comme clés de répartition des autres composantes de la VA que distinguent les TES :
 - le supplément au revenu de travail est réparti proportionnellement aux salaires;
 - les autres composantes sont réparties proportionnellement à la somme des salaires, du supplément au revenu de travail et des RNEI.
7. La VA par région administrative (RA) est obtenue en faisant la somme des composantes et des industries.

La méthode assure d'emblée que les estimations du PIB régional seront cohérentes avec les Comptes économiques provinciaux (les estimations du PIB par industrie en dollars courants à partir du PIR en dollars constants).

Figure 1 : Schéma de la méthode



2. DONNÉES SOURCES

2.1 Données cibles sur le PIB par industrie

Les données sur le PIB par industrie et par composante sont les « données cibles » du processus d'estimation du PIB par région administrative. Cependant, ces données cibles ne proviennent pas d'une source unique; elles sont au contraire construites à partir de trois sources principales :

- PIB aux prix de base par industrie et par province, en dollars constants et en dollars courants (Statistique Canada, *Produit intérieur brut provincial par industrie, 1997-2002* (15-203-XIF);
- PIB aux prix de base, par composante, pour 18 grands groupes, estimé par l'Institut de la statistique du Québec (*Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*);
- Tableaux des entrées-sorties du Québec, 1997-2000, Statistique Canada.

Nous décrivons dans les paragraphes qui suivent le processus de construction des données cibles.

2.1.1 SOURCES

Produit intérieur brut (PIB) par industrie en dollars courants

Le PIB par industrie est cohérent avec les Comptes économiques et fait l'objet de révisions de manière à ce que cette cohérence soit maintenue. Il constitue donc un bon point de départ pour l'estimation du PIBR suivant une méthode descendante. Le choix d'estimer le PIBR en dollars courants s'accorde d'ailleurs avec l'objectif d'obtenir un PIBR cohérent avec les Comptes économiques, puisque ces derniers sont d'abord produits en dollars courants, avant d'être traduits en dollars constants. En outre, comme nous le verrons plus loin, la méthode d'estimation utilise des allocateurs basés sur des statistiques fiscales de Revenu Québec qui sont, évidemment, en dollars courants.

Le point de départ de l'estimation du PIBR est donc le PIB par industrie en dollars courants, pour 63 secteurs industriels SCIAN⁸. À ce niveau de détail, cependant, les données du PIB par industrie ne sont pas réparties entre les composantes de la valeur ajoutée. Si l'on s'en tenait à

8. Voir l'annexe 1 pour les détails relatifs à la classification SCIAN.

ces données, cela nous forcerait à appliquer un seul allocateur régional à l'ensemble de la valeur ajoutée de chaque industrie. C'est pourquoi les données du PIB par industrie sont utilisées conjointement avec celles des deux autres sources décrites plus loin.

PIB aux prix de base, par composante, pour 18 grands groupes

L'Institut de la statistique du Québec publie, dans les *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*, la valeur du PIB aux prix de base pour 18 activités économiques, répartie entre :

- la rémunération des salariés;
- l'excédent d'exploitation;
- le « revenu comptable net des exploitants agricoles au titre de la production agricole et revenu net des entreprises individuelles non agricoles, loyers compris ».

La méthode d'estimation utilise ces données comme repères pour ajuster les données des TES, au moyen de la procédure MinXEnt, de façon à ce qu'elles soient cohérentes avec celles des *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*.

Tableaux des entrées-sorties (TES) : composantes de la VA par industrie

Les TES, aussi appelés tableaux intersectoriels, sont plus détaillés que le PIB aux prix de base des 18 grands groupes des Comptes économiques. La valeur ajoutée y est décomposée en huit éléments :

1. Taxes indirectes sur les biens et services
2. Subventions aux biens et services
3. Taxes indirectes sur la production
4. Subventions à la production
5. Salaires et traitements
6. Revenu supplémentaire du travail
7. Revenu mixte
8. Autres excédents d'exploitation (AEE)⁹

Les deux premiers éléments (taxes indirectes sur les biens et services, moins subventions aux biens et services) sont exclus du calcul de la valeur ajoutée *aux prix de base*. De plus, il importe de préciser ceci : sauf indication contraire explicite, ce que nous désignons dans ce rapport

9. Outre les excédents bruts d'exploitation des sociétés (bénéfices nets + amortissement + intérêts payés), cet élément inclut l'amortissement et les intérêts payés par les entreprises individuelles.

comme Autres excédents d'exploitation (AEE) comprend, outre cet élément, les taxes indirectes sur la production, moins les subventions à la production; c'est donc la somme des éléments 3, 4 et 8 de la liste.

Comme le PIB par industrie, les TES sont cohérents avec les Comptes économiques, du moins au moment de leur publication¹⁰. Cependant, leur publication ne survient qu'après plusieurs années. C'est d'ailleurs pour cette raison que la décision a été prise de faire porter les premières estimations du PIBR sur l'année 1997.

2.1.2 AJUSTEMENT DES DONNÉES SUR LE PIB PAR INDUSTRIE

À cause de divers problèmes de classification et d'étalonnage aux Comptes économiques, certains ajustements ont été apportés aux données sur le PIB par industrie.

Dans un premier temps, les valeurs ajoutées des TES agrégés à 63 industries ont été ajustées à celles des *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*. Ensuite, pour chaque industrie, les composantes de la valeur ajoutée dans les TES ont été ajustées proportionnellement, de manière à ce que leur somme soit égale à la valeur ajoutée ajustée de l'industrie.

Puis, nous avons procédé à un ajustement supplémentaire pour nous assurer que les données des TES sont cohérentes avec celles des *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*, non seulement quant aux PIB des 63 industries, mais également quant à la composition du PIB de chacun des 18 grands groupes que distinguent les *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*. La méthode utilisée consiste à ajuster les valeurs des TES, sans que la valeur ajoutée totale par industrie soit modifiée, de manière à ce que la somme de chacune des trois composantes sur l'ensemble des industries qui constituent chacun des 18 grands groupes soit égale au chiffre des *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*, tout en s'éloignant le moins possible de la structure initiale des TES.

Concrètement, l'ajustement dépend de la façon d'opérationnaliser la notion d'« éloignement ». Le critère que nous utilisons est la minimisation de l'entropie croisée (MinXEnt). Ce critère, tiré de la théorie de l'information, s'interprète comme la minimisation de l'information nouvelle que le processus d'ajustement impose aux données originales. C'est pourquoi, au lieu de « minimisation de l'entropie croisée », on parlera plutôt de minimisation de l'apport

10. Les TES ne sont pas révisés systématiquement advenant des révisions des Comptes économiques, tandis que le PIB par industrie est revu.

d'information. Les fondements épistémologiques de cette méthode d'ajustement sont donnés au début de l'annexe 5. Sa représentation mathématique est donnée dans l'encadré qui suit. Il est intéressant de noter que la méthode d'ajustement RAS, bien connue des spécialistes des modèles des entrées-sorties, conduit à des résultats identiques à ceux de la méthode de minimisation de l'apport d'information lorsque cette dernière est appliquée sans autre restriction que le respect des totaux marginaux, ce qui a été démontré notamment par Macgill (1977).

Mathématiquement, les valeurs ajustées x_{ij} sont la solution du problème suivant :

$$\text{MIN} \sum_{i \in K} \sum_j x_{ij} \ln \left(\frac{x_{ij}}{t_{ij}} \right)$$

$$\text{s.c.} \sum_j x_{ij} = v_i \text{ et } \sum_{i \in K} x_{ij} = u_{kj}$$

où :

K est l'ensemble des industries appartenant au grand groupe k ($k = 1, 2, \dots, 18$);

x_{ij} est la valeur ajustée (a posteriori) de la composante j de l'industrie i ;

t_{ij} est la valeur (a priori) de la composante j de l'industrie i dans les TES;

$v_i = \sum_j t_{ij}$ est la valeur ajoutée de l'industrie i selon les TES et selon les Comptes

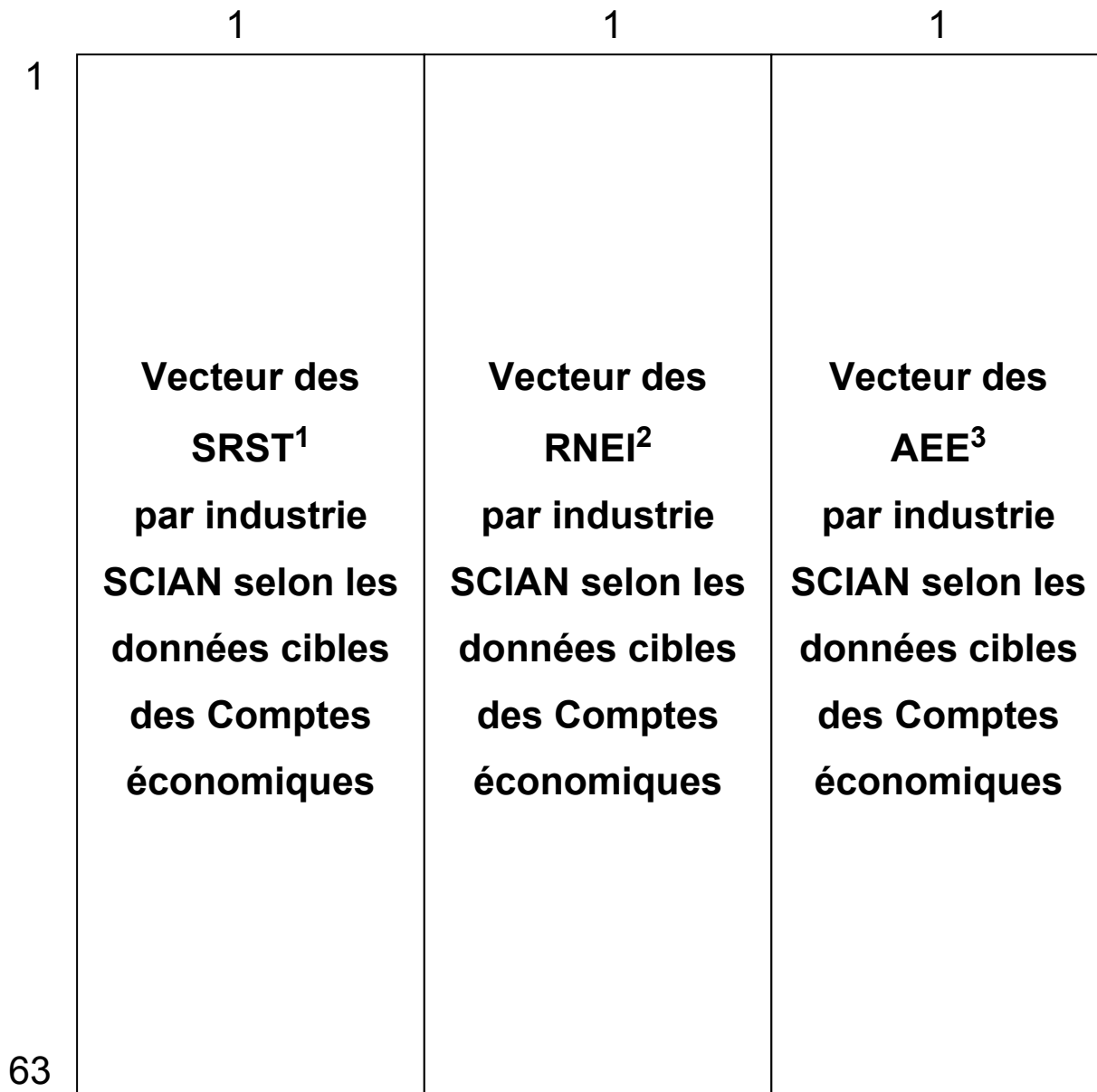
économiques;

u_{kj} est la valeur de la composante j du grand groupe k selon les *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*.

La figure 2 représente les données des Comptes économiques, une fois ramenées à la nomenclature de 63 secteurs industriels SCIAN retenue pour l'estimation du PIBR.

Dans la suite de ce rapport, nous emploierons l'expression « données cibles des Comptes économiques » pour désigner le résultat de tous les ajustements décrits dans les paragraphes qui précèdent.

Figure 2 : Représentation graphique des données cibles des Comptes économiques après agrégation et répartition entre les 63 industries du PIB par industrie



- 1. SRST : Salaires et revenu supplémentaire du travail.
- 2. RNEI : Revenu net des entreprises individuelles.
- 3. AEE : Autres excédents d'exploitation.

2.2 Données fiscales de Revenu Québec

2.2.1 SALAIRES

Les données sur les salaires proviennent des relevés R-1 de Revenu Québec. En combinant les montants de rémunération des salariés des relevés R-1, le code d'activité économique de l'employeur¹¹ et le code postal résidentiel de l'employé, on obtient une estimation de la masse salariale par activité et par région administrative (selon la région de résidence).

Les données fiscales sur les salaires fournies par Revenu Québec sont passablement complètes. Par exemple, en 1997, dans le cas de 93 % des relevés R-1, qui représentent 95 % de la valeur totale des salaires, le Ministère a pu déterminer la région de résidence du contribuable et l'industrie qui l'emploie. Il est intéressant de noter que la valeur totale des salaires selon les données fiscales de Revenu Québec correspond d'assez près à la composante *Salaires* du PIB selon les Comptes économiques : la valeur totale des salaires rapportée par Revenu Québec en 1997 équivaut à 99,9 % des salaires selon les Comptes économiques.

L'utilisation que nous faisons des données fiscales de Revenu Québec se rapproche de la pratique de l'ONS du Royaume-Uni. L'ONS construit cependant ses estimations à partir des données du « 1 % sample of tax records » colligées par le Inland Revenue; les données fiscales de Revenu Québec, par contre, ne proviennent pas d'un échantillon, mais bien de la totalité des données des relevés R-1.

Notons que la rémunération des salariés selon les données fiscales de Revenu Québec correspond à la composante *Traitements et salaires* de la comptabilité économique. Elle ne comprend pas le *Revenu supplémentaire du travail*. Il est cependant raisonnable – et c'est ce qui est fait – de répartir le *Revenu supplémentaire du travail* en utilisant les *Traitements et salaires* comme allocateurs.

2.2.2 REVENUS NETS DES ENTREPRISES INDIVIDUELLES (RNEI)

Le revenu net des entreprises individuelles (RNEI), aussi appelé revenu mixte, correspond, dans les déclarations de revenus des particuliers, au revenu net des *particuliers en affaires*

11. L'activité économique principale de l'entreprise employeur est codifiée selon la Classification des activités économiques du Québec de 1984 (CAEQ). Au niveau d'agrégation utilisé pour l'estimation du PIBR, cette classification est identique à la CTI 1980.

(travailleurs autonomes, entreprises individuelles ou sociétés de personnes). Ce revenu net provient du formulaire TP-1 de la déclaration des particuliers. Concernant le *revenu comptable net des exploitants agricoles au titre de la production agricole*, il correspond aux revenus nets d'entreprises d'agriculture ou de pêche de la déclaration de revenus des particuliers. En conséquence, il n'y a pas lieu de traiter les revenus des exploitants agricoles différemment des autres composantes des revenus mixtes.

Notons que l'exercice financier d'une fraction importante des entreprises individuelles se termine à une date autre que le 31 décembre, tandis que nous estimons le PIBR pour l'année civile. Toutefois, les entreprises individuelles sont tenues de déclarer un revenu net ajusté au 31 décembre. Cet ajustement consiste à : 1. ajouter au revenu net un revenu supplémentaire estimatif (calculé selon le nombre de jours entre la fin de l'exercice financier et le 31 décembre, divisé par la durée de l'exercice financier se terminant dans l'année d'imposition) et 2. soustraire le revenu supplémentaire estimatif qui avait été ajouté à la déclaration de l'année d'imposition précédente. Cette méthode d'ajustement, appliquée par les particuliers selon les directives de Revenu Québec, pourrait évidemment créer des distorsions lors de revirements rapides de conjoncture. Mais, d'une part, il est difficile d'imaginer une meilleure méthode pour résoudre ce problème et, d'autre part, l'objectif principal de l'estimation du PIBR est moins de faire un suivi de la conjoncture à court terme que de suivre les tendances de l'évolution des régions.

En principe, les particuliers en affaires doivent joindre à leur déclaration de revenus le formulaire TP-80, où se trouve le code d'activité économique et le « principal lieu d'exercice de l'activité ». Ces renseignements devraient permettre de classer les revenus des particuliers en affaires selon la CAEQ 1984 et selon la région de *production*.

En pratique cependant, l'adresse du principal lieu d'exercice de l'activité économique n'est pas saisie et ne peut donc pas être exploitée à un coût raisonnable. Comme pour ce qui est des salaires, on retient donc la région de résidence, qui est connue, en 1997, dans le cas de 90 % des contribuables ayant déclaré des revenus de particuliers en affaires (RPA), c'est-à-dire pour 93 % de la valeur totale des RPA déclarés. La transformation en données selon la zone de production est effectuée suivant la même méthode que pour les salaires (voir la section 3.1).

Par ailleurs, pour l'année 1997, le taux de réponse à la question sur le code d'activité économique n'est pas très satisfaisant quant à nos fins : l'industrie d'origine n'a pu être déterminée que pour 59 % des contribuables ayant déclaré des RPA (55 % de la valeur totale des RPA déclarés). De plus, si l'on combine les deux critères, région de résidence et code d'activité, les données ne sont complètes que pour 41 % des contribuables ayant des RPA

(41 % de la valeur totale des RPA déclarés). Toutefois, le taux de réponse s'améliore d'année en année à partir de 1997.

Ajoutons que, toujours en 1997, la valeur totale des RNEI selon les données fiscales de Revenu Québec équivaut à 87 % des revenus mixtes selon le TES (une fois soustraits les loyers imputés aux propriétaires occupant leur logement). Si l'on s'en tient aux RNEI pour lesquels on connaît la région de résidence du contribuable et son code d'activité, on n'a plus que l'équivalent de 35 % des RNEI des Comptes économiques.

C'est pour tenir compte de ces lacunes dans les données fiscales de Revenu Québec sur les RNEI qu'on leur applique une procédure d'ajustement MinXEnt (voir la section 4.2).

3. TRAITEMENTS PRÉALABLES DES DONNÉES FISCALES DE REVENU QUÉBEC

3.1 Transformation des données selon le lieu de résidence en données selon le lieu de production

Ces premières données sur les salaires et les RNEI par industrie selon la région de résidence doivent ensuite être converties selon la région de production, ce qui est fait au moyen des tableaux des déplacements pendulaires résidence-travail selon l'industrie, pour différents types de travailleurs. Ces tableaux proviennent de Statistique Canada, qui les a produits à partir des données du questionnaire long du recensement de la population de 1996, ce qui en fait un échantillon représentant 20 % de la population. Les déplacements des salariés correspondent à ceux des *travailleurs rémunérés*, tandis que ceux des entrepreneurs indépendants correspondent à ceux des *travailleurs autonomes sans entreprise constituée en société*.

L'utilisation des données sur le navettage est schématisée aux figures 5, 6 et 7, et décrite en détail à l'annexe 4. Mais le principe général est simple : sachant comment les résidents d'une région donnée qui travaillent dans une industrie donnée se répartissent entre les régions quant à leur lieu d'emploi, le revenu total gagné par ces résidents selon Revenu Québec est réparti entre les régions de production dans les mêmes proportions. L'hypothèse sous-jacente est donc que, pour une industrie donnée, le revenu moyen par travailleur (salaire ou RNEI) est le même pour tous les résidents d'une région, peu importe la région où ils travaillent. Plus formellement, la matrice de navettage des travailleurs de chaque secteur industriel k est convertie en matrice des probabilités conditionnelles de travailler dans une région j étant donné la région de résidence i ; les revenus de la région de résidence i sont répartis entre les régions selon ces probabilités.

Évidemment, on peut s'interroger quant à la stabilité des comportements de navettage entre les recensements. En effet, si l'on peut se sentir à l'aise d'appliquer les patrons de déplacement de 1996 aux revenus de 1997, le degré de confort risque de s'atténuer à mesure que l'on s'éloigne dans le temps d'une année de recensement.

Figure 4 : Données fiscales de Revenu Québec sur les salaires et les RNEI

		Région administrative de résidence			
		1	17		
Industrie CTI	1	<p align="center">Matrice des salaires ou des RNEI par industrie CTI et par région de résidence</p> <p align="center">Source : Revenu Québec.</p>			
	66				
67	Industrie CTI indéterminée				
				Région administrative de résidence indéterminée	
				18	

Figure 5 : Représentation graphique de la matrice de conversion des données selon la région de résidence en données selon la région de production

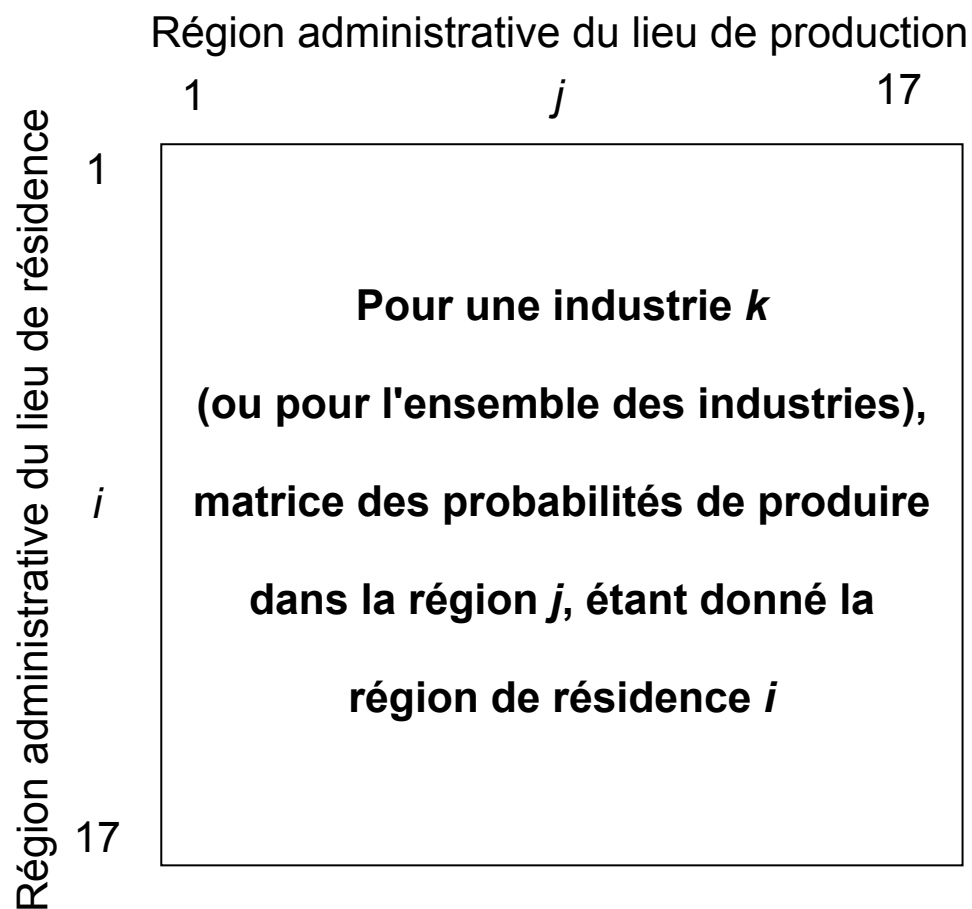


Figure 6 : Représentation graphique du passage des revenus (salaires ou RNEI) selon la région de résidence aux revenus selon la région de production

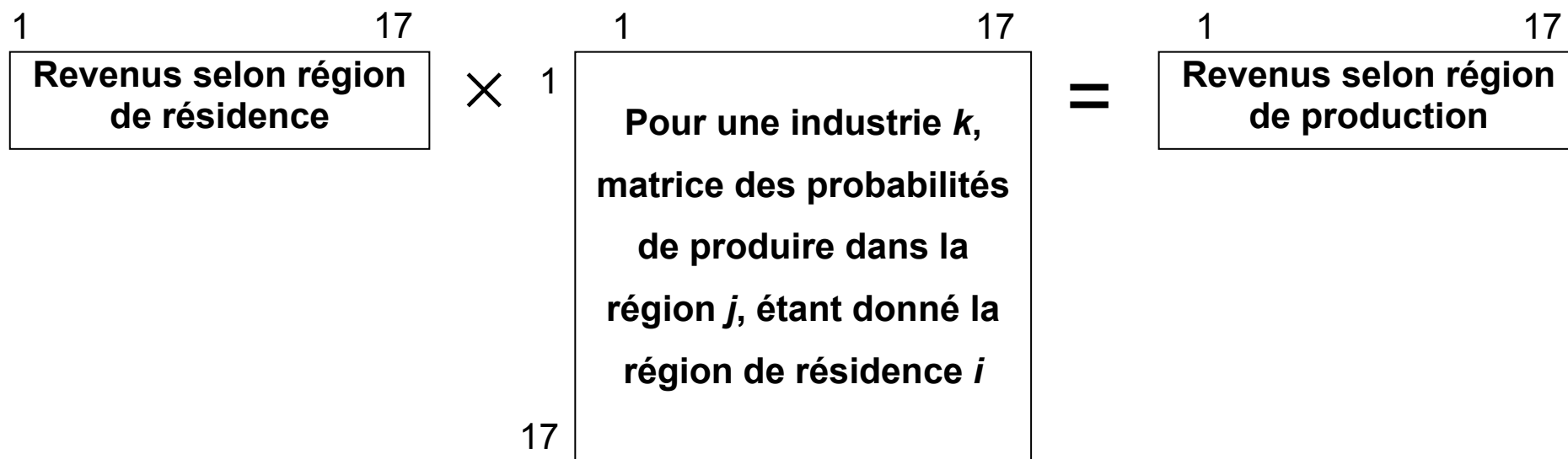
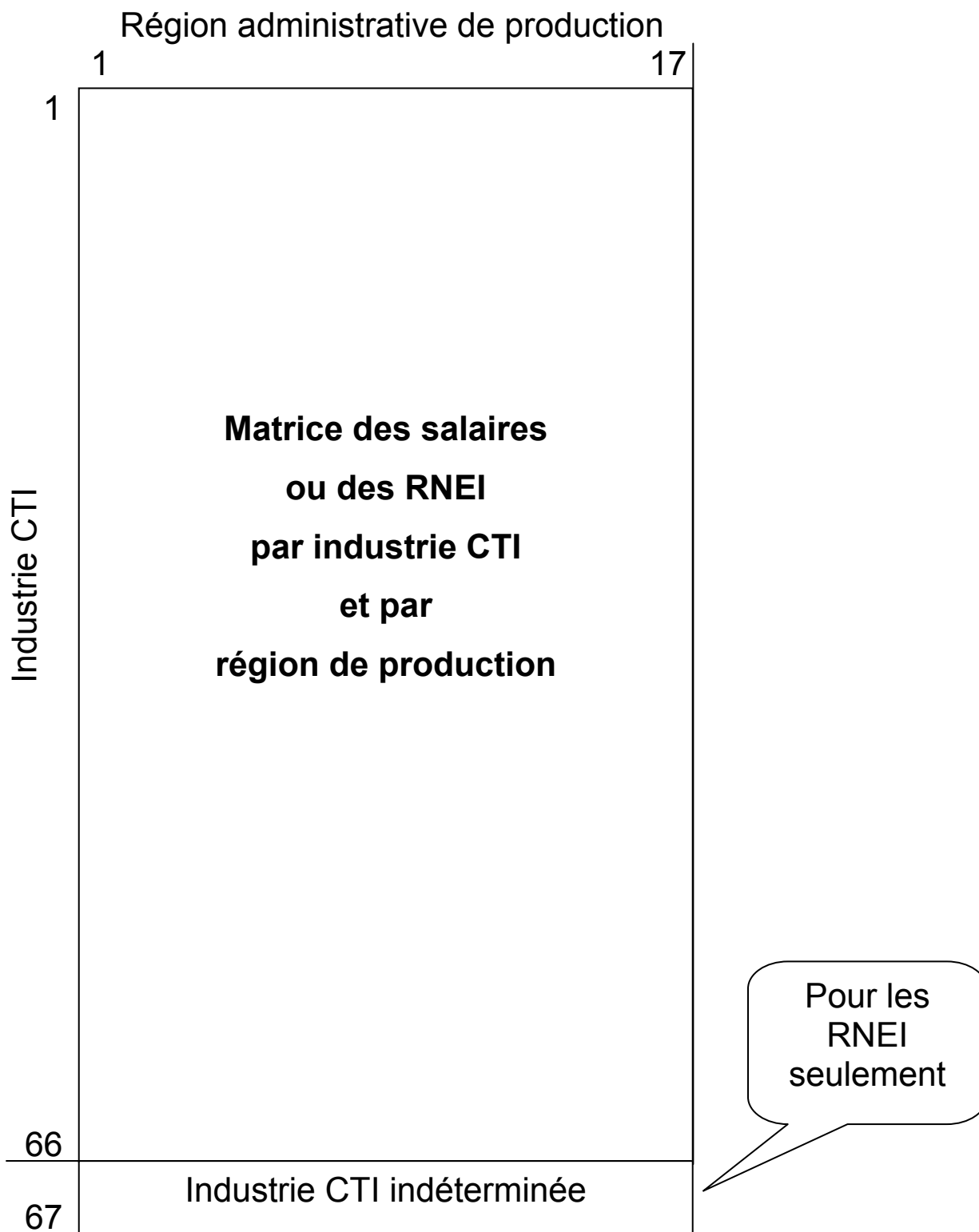


Figure 7 : Représentation graphique du résultat de l'application à toutes les industries de la transformation représentée à la figure 6



3.2 Passage de la CTI au SCIAN

Nous avons ensuite construit une passerelle de conversion permettant de passer de la CTI 1980 au Système de classification industrielle d'Amérique du Nord (SCIAN 1997).

La conversion d'un système de classification à l'autre n'est pas parfaite. Théoriquement, elle pourrait l'être à un niveau de détail très fin. Cependant, compte tenu du niveau d'agrégation auquel les données fiscales de Revenu Québec sont disponibles, la correspondance est forcément imparfaite, particulièrement en ce qui concerne les industries de services. Bien que chaque industrie CTI corresponde majoritairement à une industrie SCIAN en particulier et vice-versa, une industrie CTI se répartit la plupart du temps entre plusieurs industries SCIAN; réciproquement, chaque industrie SCIAN est constituée de morceaux de plusieurs industries CTI.

On peut donc considérer la matrice de conversion comme une matrice de probabilités conditionnelles : ce sont les probabilités qu'un dollar de valeur ajoutée produit par l'industrie j de la CTI appartienne à l'industrie i du SCIAN. La somme des éléments de chaque colonne j de la matrice doit donc normalement être égale à 100 %; un total inférieur à 100 % veut dire qu'une fraction de l'industrie j de la CTI ne sera affectée à aucune industrie SCIAN, tandis qu'un total supérieur à 100 % signifie que le montant qui serait affecté en appliquant cette répartition dépasserait le montant à affecter (voir la figure 8).

La plupart des données de la matrice de conversion viennent d'un tableau de Statistique Canada basé sur les données de l'*Enquête sur l'emploi, la rémunération et les heures travaillées* (EERH). Il s'agit d'un tableau de conversion de la CTI (de deux à trois chiffres) au SCIAN (de deux à quatre chiffres) pour l'ensemble des activités industrielles. Il est construit à partir des données de l'enquête dans chaque province pour deux périodes de trois mois consécutifs en 1998 et pour une autre période de trois mois en 1999, ainsi que de l'information tirée du Registre des entreprises de Statistique Canada.

Mais cette matrice initiale contenait encore des colonnes dont le total était inférieur à 100 %. On a donc complété les données de conversion basées sur l'EERH au moyen d'un autre tableau de conversion de Statistique Canada. Il s'agit d'un tableau de conversion de la CTI (deux chiffres) au SCIAN (trois chiffres) concernant uniquement les industries manufacturières et construit à

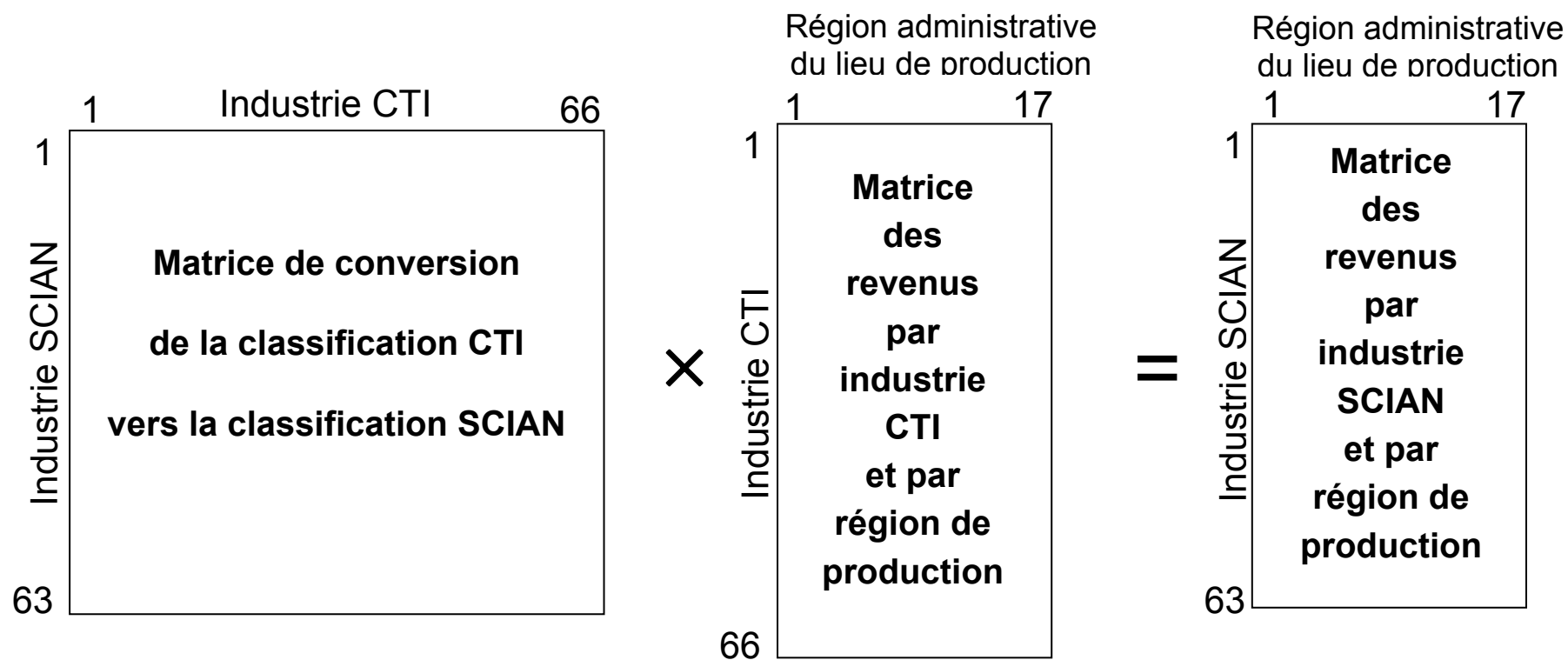
partir des livraisons manufacturières de l'année 1996¹². L'ajout des coefficients dérivés de ces données supplémentaires a conduit, dans certains cas, à un total supérieur à 100 % : les coefficients (probabilités conditionnelles) provenant des données supplémentaires ont alors été réduits au prorata de leurs valeurs, de façon à revenir à un total de 100 %.

À la fin, les données des colonnes dont le total était encore inférieur à 95 % ont été estimées à la lumière des tables de concordance à six chiffres de la CTI au SCIAN et du SCIAN à la CTI de Statistique Canada¹³.

12. Ce tableau est présenté dans *Le Quotidien* de Statistique Canada, édition du jeudi 19 octobre 2000 : <http://www.statcan.ca/Daily/Français/001019/q001019e.htm>.

13. http://www.statcan.ca/francais/Subjects/Standard/concordances/sice80-to-naics97-det_f.htm.

Figure 8 : Représentation graphique du passage de la classification CTI à la classification SCIAN



4. APPLICATION DES ALLOCATEURS AUX COMPOSANTES DU PIB

4.1 Répartition de la rémunération des salariés (salaires et traitements), sauf trois des industries particulières

Les données fiscales fournies par Revenu Québec ont permis de bâtir une matrice des salaires par industrie CTI et par région de résidence. Après application des transformations appropriées décrites à la section 3, ces données sont devenues une matrice des salaires par industrie SCIAN et par région de production.

Ce sont les lignes de cette matrice qui sont appliquées comme allocateurs aux salaires par industrie selon les données cibles des Comptes économiques : pour chaque industrie, les salaires selon les données cibles des Comptes économiques sont répartis entre les régions au prorata des salaires de cette industrie par région selon les données fiscales transformées provenant de Revenu Québec.

Le revenu supplémentaire du travail des données cibles des Comptes économiques est réparti de la même manière.

Cette procédure d'allocation est appliquée à toutes les industries, sauf à trois des industries particulières, qui sont :

- Construction (SCIAN 23)
- Fabrication de produits du pétrole et du charbon (SCIAN 324; CTI 360 Produits raffinés du pétrole et du charbon)
- Logements occupés par leurs propriétaires (SCIAN 5A04)

4.2 Ajustement des données fiscales de Revenu Québec sur les RNEI par industrie et par région, sauf industries particulières

Rappelons que, dans les données fiscales de Revenu Québec pour 1997, la région de résidence est connue dans le cas de 90 % des contribuables ayant déclaré des RPA (93 % de la valeur totale des RPA déclarés). Mais on ne connaît à la fois la région de résidence et le code d'activité économique que pour 41 % des contribuables ayant des RPA (41 % de la valeur totale des RPA déclarés). Si nous n'utilisons que les données complètes, nous nous priverions de toute l'information contenue dans les 49 % des déclarations pour lesquelles on connaît la région de résidence, mais pas le code d'activité.

Pour tirer pleinement parti de toute l'information contenue dans les données fiscales de Revenu Québec sur les RNEI, nous avons décidé de procéder à un ajustement fondé sur les principes de la théorie de l'information. Mais, auparavant, on a procédé aux deux traitements déjà décrits : on a d'abord transformé les données selon la région de résidence en données selon la région de production; puis on a converti les données de la CTI au SCIAN. Ces traitements préalables ont été appliqués aux RNEI par industrie (41 % des contribuables ayant des RPA), mais aussi au total des RNEI (90 % des contribuables ayant des RPA). Dans le dernier cas, la matrice de navettage correspondante est celle des *travailleurs sans entreprise constituée en société*, pour l'ensemble des industries.

Ces premières transformations faites, la première étape de l'ajustement consiste à hiérarchiser l'information selon son degré de fiabilité :

1. Les montants des RNEI par industrie selon les données cibles des Comptes économiques sont considérés comme les plus fiables.
2. Au deuxième rang vient la répartition entre régions de production du total des RNEI compilés par Revenu Québec à partir de 90 % des contribuables ayant des RPA.
3. Au dernier rang, on a les répartitions entre régions de production des RNEI par industrie compilés par Revenu Québec à partir des 41 % de contribuables ayant des RPA pour lesquels on connaît à la fois la région de résidence et le code d'activité.

La hiérarchie établie, on procède à l'ajustement proprement dit, en tenant compte toutefois du fait que l'ajustement ne porte pas sur les chiffres relatifs aux cinq industries particulières.

La procédure d'ajustement proprement dite comporte trois étapes :

1. Le total (la somme sur les industries) des RNEI selon les données cibles des Comptes économiques est réparti entre les régions au prorata des RNEI par région obtenus à partir des données fiscales de Revenu Québec pour l'ensemble des industries. Les données de deuxième rang sont ainsi calées sur les données de premier rang. Ensuite, on retranche les RNEI des industries particulières¹⁴ du total des RNEI par région et du total des RNEI pour l'ensemble des régions selon les Comptes économiques, puisque l'ajustement ne porte que sur les autres industries. Cela fait, on supprime, dans la matrice des RNEI par industrie et par région, les lignes qui correspondent aux industries particulières.

14. Il s'agit bien des RNEI des industries particulières qui résultent de l'application des allocateurs propres à ces industries (voir 4.4). Il ne s'agit pas des RNEI de ces industries provenant des données fiscales de Revenu Québec.

2. De même, les RNEI par industrie selon les données cibles des Comptes économiques sont répartis entre les régions selon les données fiscales de Revenu Québec par industrie et par région. Les données de troisième rang sont ainsi calées elles aussi sur les données de premier rang. La matrice des RNEI par industrie et par région qui en résulte est donc construite selon la même procédure que celle des salaires par industrie et par région décrite en 4.1. À cette étape cependant, la somme des RNEI par industrie d'une région n'est pas égale au total des RNEI de la région calculé à l'étape précédente.
3. Les données de premier et de deuxième rang (les totaux par industrie et par région) jouent ensuite le rôle de contraintes qui encadrent l'ajustement des données de troisième rang : les RNEI par industrie et par région sont ajustés de manière à ce que ces contraintes de totaux marginaux soient respectées, tout en s'éloignant le moins possible de leur structure initiale (la structure « initiale » désigne ici la structure telle qu'elle a été établie à la fin de l'étape 2).

Concrètement, l'ajustement dépend de la façon d'opérationnaliser la notion d'« éloignement ». Le critère que nous utilisons est la minimisation de l'entropie croisée (MinXEnt). Ce critère, tiré de la théorie de l'information, s'interprète comme la minimisation de l'information nouvelle que le processus d'ajustement impose aux données originales. C'est pourquoi, au lieu de « minimisation de l'entropie croisée », on parlera plutôt de minimisation de l'apport d'information.

Les détails de la procédure d'ajustement sont donnés à l'annexe 5.

La procédure d'allocation décrite ici est appliquée à toutes les industries, sauf aux industries particulières, qui sont :

- Pêche, chasse et piégeage (SCIAN 114)
- Construction (SCIAN 23)
- Fabrication de produits du pétrole et du charbon (SCIAN 324; CTI 360 Produits raffinés du pétrole et du charbon)
- Bailleurs de biens immobiliers (SCIAN 5A03; CTI 750 Services immobiliers, sauf lotisseurs)
- Logements occupés par leurs propriétaires (SCIAN 5A04)

4.3 Autres composantes du PIB, sauf industries particulières

Parmi les composantes du PIB aux prix de base énumérées au début du chapitre 1, celles dont il n'a pas encore été question jusqu'à maintenant sont :

- Bénéfices des sociétés avant impôt
- Intérêts et revenus divers de placement

- Ajustement de la valeur des stocks
- Impôts indirects, moins subventions, sur la production¹⁵
- Provisions pour consommation de capital

Nous regroupons l'ensemble de ces composantes sous le titre Autres excédents d'exploitation (AEE). À l'égard de ces composantes, les données fiscales de Revenu Québec semblent plus difficiles à utiliser. Ainsi, pour ce qui est de l'information relative aux sociétés (bénéfices avant impôt, provisions pour consommation de capital), les statistiques fiscales des sociétés provenant de Revenu Québec contiennent des renseignements d'un grand intérêt; mais ceux-ci se rapportent à l'exercice financier de chaque société, plutôt qu'à l'année civile : c'est une difficulté majeure! En outre, il n'est pas toujours possible d'attribuer les données à leur lieu de production.

Ajoutons que Statistique Canada, dans son évaluation qualitative des estimations provinciales du PIB (*Comptes économiques provinciaux annuels*, n° 13-213-PPB), juge que l'estimation des bénéfices des sociétés avant impôt est tout juste « acceptable », c'est-à-dire au dernier rang d'une échelle de 1 à 3 (d'ailleurs, il en est de même du revenu net des entreprises individuelles non agricoles, loyers compris, ainsi que de l'ajustement de la valeur des stocks).

Compte tenu de ces difficultés, nous avons décidé de regrouper toutes ces composantes et de les répartir entre les régions (par industrie) en utilisant comme allocateurs la somme de la rémunération du travail (salaires et revenu supplémentaire du travail) et des RNEI.

4.4 Industries particulières

Cinq industries font l'objet d'un traitement particulier. Ce sont :

- Pêche, chasse et piégeage (SCIAN 114)
- Construction (SCIAN 23)
- Fabrication de produits du pétrole et du charbon (SCIAN 324; CTI 360 Produits raffinés du pétrole et du charbon)
- Bailleurs de biens immobiliers (SCIAN 5A03; CTI 750 Services immobiliers, sauf lotisseurs)
- Logements occupés par leurs propriétaires (SCIAN 5A04)

15. Rappelons que seuls les impôts indirects, moins les subventions, *sur la production* sont pris en compte dans le PIB *aux prix de base*, à l'exclusion des impôts indirects, moins les subventions, *sur les produits* (sur les biens et services).

Pour des raisons explicitées plus loin, la méthode d'estimation appliquée aux autres industries était d'emblée inapplicable à celle de la Construction et à celle des Logements occupés par leurs propriétaires.

La décision de traiter les trois autres industries comme particulières est venue tardivement, après avoir fait les premières estimations pour les années 1997 à 2000. Nous avons alors effectué un retour critique sur les résultats, en accordant une attention particulière à la stabilité du PIB régional d'une année sur l'autre, et nous avons constaté certaines anomalies, décrites dans les paragraphes qui suivent.

4.4.1 PÊCHE, CHASSE ET PIÉGEAGE (SCIAN 114)

Les résultats relatifs aux salaires de cette industrie ne présentent pas d'anomalie manifeste, même s'il est étonnant de trouver des salaires dans certaines régions. S'agit-il d'erreurs de classification liées au fait qu'on aurait inclus la pisciculture dans ce secteur, tandis qu'elle devrait être classée, tant selon le SCIAN que selon la CTI, dans les activités d'agriculture et d'élevage? C'est possible, mais ce sont de petites sommes, qui ont peu de poids dans nos résultats.

Par contre, les données concernant les entreprises individuelles non incorporées sont plus problématiques. Les RNEI selon les données fiscales de Revenu Québec ne représentent que 0,4 % des RNEI selon les Comptes économiques, quand ceux-ci constituent 48 % de la valeur ajoutée de l'industrie. Il est clair que les données fiscales de Revenu Québec sur les RNEI de cette industrie ne sont pas suffisamment fiables pour être utilisées comme allocateur.

Nous avons donc décidé, pour cette industrie, de répartir les salaires comme dans les autres industries, mais de distribuer les RNEI et les AEE au moyen d'un allocateur particulier, à savoir la valeur des débarquements de poisson par région selon Pêches et Océans Canada¹⁶. En effet, l'essentiel de la valeur ajoutée de cette industrie vient de la pêche commerciale.

4.4.2 INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION (SCIAN 23)

Même si les matrices de navettage des travailleurs de l'industrie de la construction ont été calculées, elles n'ont pas été utilisées. En effet, comme on s'y attendait, étant donné la nature de cette industrie, il y a dans la construction un pourcentage élevé de travailleurs *sans lieu fixe*

16. Source : *Les pêches maritimes du Québec. Revue statistique annuelle*, de 1996-1997 à 2002-2003, Pêches et Océans Canada. Certains ajustements ont dû être faits : voir l'annexe 6.

de travail et nous croyons qu'il aurait été inapproprié de les répartir au prorata de ceux dont la région de travail est connue, d'autant plus que, même si la répartition des travailleurs de la construction entre les régions de travail était connue pour 1996, elle aura probablement changé en 1997, 1998, 1999 et 2000.

Nous avons donc décidé de considérer la construction comme une industrie particulière et de répartir sa valeur ajoutée entre les régions au moyen d'un allocateur particulier : les *Dépenses en immobilisation et en réparation*, à l'exclusion des immobilisations et réparations en machinerie, par région administrative¹⁷.

4.4.3 FABRICATION DE PRODUITS DU PÉTROLE ET DU CHARBON (SCIAN 324)

Nos premiers résultats relatifs à cette industrie avaient une allure inquiétante. On sait que le raffinage de pétrole, qui représente 90-95 % de l'industrie de la Fabrication de produits du pétrole et du charbon, est concentré dans la Chaudière-Appalaches et la région de Montréal (région 06), où l'on trouve respectivement 40 % et 60 % de la capacité de raffinage québécoise. Or, l'application de notre méthode conduisait à sous-estimer la part de la région 12 et à imputer une part notable du PIB de l'industrie à des régions qui n'ont aucune capacité de raffinage (Mauricie – région 04).

Par ailleurs, les estimations faites à partir des micro-données de l'*Enquête sur les activités manufacturières* (EAM) surestiment la production de pétrole dans la région de Montréal (région 06) et la sous-estiment dans celle de la Chaudière-Appalaches pour ce qui est des années 1997, 1998 et 1999. Ces estimations donnent cependant un portrait apparemment juste de la situation à partir de l'année 2000. Quant aux années antérieures (1997-1999), la valeur ajoutée québécoise de l'industrie pétrolière a été répartie selon la moyenne des estimations faites à partir des micro-données de l'*Enquête sur les activités manufacturières* en 2000 et 2001.

4.4.4 BAILLEURS DE BIENS IMMOBILIERS (SCIAN 5A03)

Dans ce secteur industriel, les données concernant les salaires évoluent avec une certaine constance entre 1997 et 2000. Elles n'inquiètent donc pas.

17. *Immobilisations et réparations des secteurs privé et public, par région administrative, Québec, années 1997 et suivantes*, Institut de la statistique du Québec, Direction des statistiques économiques et sociales. Source : Statistique Canada, Direction de l'investissement et du stock de capital. Compilation : Institut de la statistique du Québec. Ces données sont consultables sur le site Web de l'Institut de la statistique du Québec, dans la BDSO (Banque de données des statistiques officielles sur le Québec).

Par contre, les RNEI présentent une évolution en dents de scie dans certaines régions, passant d'une année à l'autre de valeurs positives à des valeurs négatives, et produisant des fluctuations de la valeur ajoutée de plusieurs centaines de millions de dollars. La sensibilité de la valeur ajoutée aux fluctuations des RNEI s'explique en partie parce que les RNEI de ce secteur, même s'ils ont là une importance comparable (7,6 %) à celle qu'ils ont dans l'ensemble de l'économie (6,7 %), ont aussi à peu près le même poids que les salaires (parce que ces derniers ont un poids relativement faible : 7,3 %). Or, les AEE (85,1 % de la valeur ajoutée de l'industrie) sont répartis selon notre méthode au prorata de la somme des salaires et des RNEI. Voilà pourquoi l'instabilité de ces derniers entraîne de fortes fluctuations de la valeur ajoutée de l'industrie, ce qui, dans certaines régions, va jusqu'à faire réagir de façon sensible le PIB régional.

Nous avons donc décidé de répartir les salaires de la même façon que dans les autres industries, mais de distribuer les RNEI ainsi que les AEE selon un même allocateur, à savoir les valeurs foncières totales par région administrative québécoise¹⁸.

4.4.5 LOGEMENTS OCCUPÉS PAR LEURS PROPRIÉTAIRES (SCIAN 5A04)

Il n'y a pas de données fiscales (ni salaires ni RNEI) de Revenu Québec correspondant à cette industrie, précisément parce que les loyers imputés des *logements occupés par leurs propriétaires* sont des valeurs *imputées*. Il s'agit donc forcément d'une industrie particulière, pour laquelle il faut trouver un allocateur particulier.

La source privilégiée pour répartir les *loyers imputés* entre les régions est une totalisation personnalisée préparée pour l'Institut de la statistique du Québec par Statistique Canada, sur la base de l'échantillon de 20 % de la population ayant répondu au questionnaire long du Recensement de 1996¹⁹. L'univers de référence est l'ensemble des ménages privés dans les logements privés non agricoles hors réserve, au Québec et pour 17 régions administratives (selon les limites du Recensement de 2001).

18. Banque de données « Évaluations foncières des municipalités du Québec », fournie à l'Institut de la statistique du Québec par le ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR).

19. Le tableau s'intitule « Ménages privés dans les logements occupés selon le mode d'occupation (4) et le type de construction résidentielle (8) montrant le nombre de ménages, la valeur moyenne du logement ou le loyer brut mensuel moyen (3) ».

Mais le stock de logements évolue entre les recensements, à des rythmes différents d'une région à l'autre. Pour tenir compte de ce phénomène, nous avons séparé la valeur ajoutée de l'industrie des *Logements occupés par leurs propriétaires* en deux composantes et plus :

1. le PIB de cette industrie pour l'année du recensement de la population (1996);
2. l'accroissement du PIB de cette industrie entre l'année du dernier recensement (1996) et l'année courante, séparé en tranches annuelles (en 1997, une seule composante s'ajoute; en 1998, ce sont deux composantes, etc.).

À chacune de ces composantes a été appliqué un allocateur différent :

1. Pour la première composante, la répartition entre régions est au prorata de la valeur des logements occupés par leurs propriétaires par région administrative selon le recensement de la population de 1996²⁰.
2. Pour la deuxième composante et les suivantes, la répartition entre régions est faite au prorata de la valeur des permis de bâtir résidentiels de cette année-là et de l'année précédente, par région administrative²¹.

La croissance de chaque année a été répartie proportionnellement à la *somme* de la valeur des permis de l'année courante et de l'année précédente (ce qui équivaut à retenir la *moyenne*), pour refléter la réalité de l'industrie de la construction résidentielle. Car entre l'émission des permis et la prise de possession des logements neufs par leurs nouveaux propriétaires occupants, il peut s'écouler plusieurs mois. L'utilisation de la moyenne est une manière expéditive d'en tenir compte.

Rappelons que, pour les années subséquentes à 1997, le PIB des *Logements occupés par leurs propriétaires* sera divisé en autant de composantes qu'il y a d'années écoulées depuis le recensement, plus une composante « de base » pour l'année du recensement. Chaque tranche de croissance sera répartie proportionnellement à la moyenne de la valeur des permis de l'année courante et de l'année précédente. Par exemple, pour 1998, on divisera le PIB en trois tranches :

- PIB de 1996

20. Compilation spéciale obtenue de Statistique Canada, consultable sur le site Web de l'Institut de la statistique du Québec : http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/recens2001_06/logements06/coutshab06.htm.

21. Données de Statistique Canada, obtenues de l'Institut de la statistique du Québec; consultable sur le site Web de l'Institut de la statistique du Québec : http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/statistique_profils_fixe.htm dans le tableau « Valeur des permis de bâtir selon le type de construction », disponible pour chaque région.

- Croissance 1996-1997
- Croissance 1997-1998

La croissance 1996-1997 sera répartie entre les régions au prorata de la moyenne de la valeur des permis pour 1996 et 1997; celle de 1997-1998, au prorata de la moyenne pour 1997 et 1998.

Enfin, la valeur ajoutée régionale de l'industrie des *Logements occupés par leurs propriétaires* est simplement égale à la somme des composantes.

4.5 Étalonnage final

La méthode décrite jusqu'à maintenant assure d'emblée que les estimations du PIB régional seront cohérentes, d'abord avec les données du *Produit intérieur brut par industrie au Québec*, puis, dans leur version révisée, avec celles des tableaux des entrées-sorties et des Comptes économiques provinciaux.

5. RÉSULTATS DE L'ESTIMATION DU PIB RÉGIONAL, 1997-2000

5.1 PIB des régions, 1997-2000

Le tableau 1 présente le résultat de l'application de la méthode à l'estimation de la valeur ajoutée aux prix de base par région administrative pour les années 1997-2000²². Le graphique 1 qui suit présente la même information sous forme visuelle.

Le tableau 2 et le graphique 2 présentent les mêmes données sur une base par habitant (*per capita*) : le calcul des valeurs par habitant a été fait à l'aide de données annuelles de l'Institut de la statistique du Québec sur la population par région administrative.

Le tableau 1 et le graphique 1 montrent que, de 1997 à 2001, le PIB a augmenté dans toutes les régions. On est également frappé par le fait que plus du tiers du PIB québécois est produit dans l'île de Montréal. Au tableau 2 et au graphique 2, on peut voir que le PIB par habitant a aussi augmenté dans toutes les régions.

La différence entre le concept de revenu personnel et celui de produit intérieur ressort nettement du tableau 2 et du graphique 2. Le revenu personnel, en effet, est le revenu que reçoivent les résidents d'un territoire donné, peu importe où a eu lieu la production; le produit intérieur, par contre, est la valeur totale de ce qui est produit dans un territoire donné, peu importe le lieu de résidence de ceux qui en reçoivent le revenu. Le PIB par habitant est donc fortement influencé par les déplacements résidence-travail :

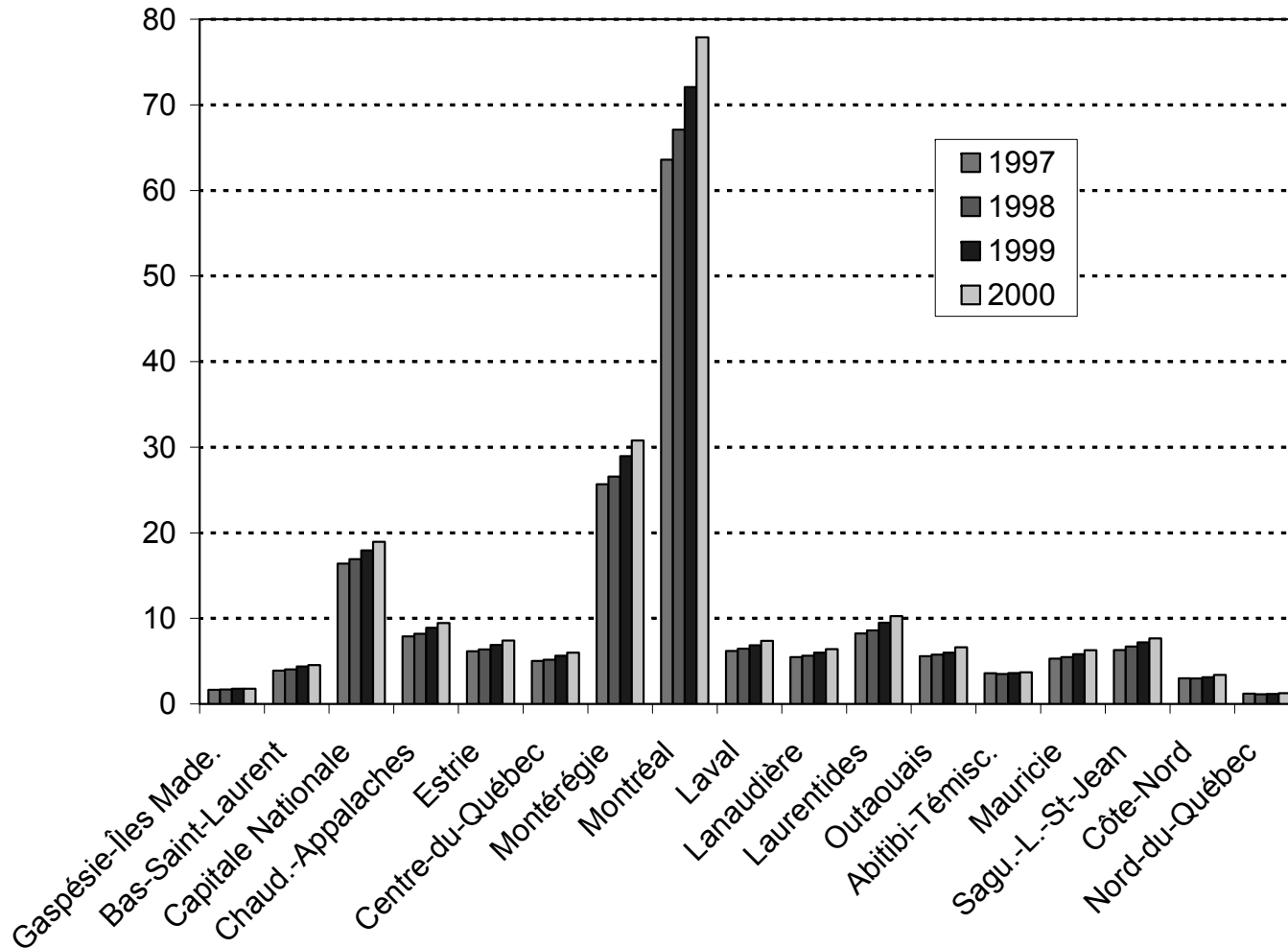
- Le niveau élevé du PIB par habitant dans les régions de Montréal et de la Capitale Nationale s'explique par le nombre important des résidents des régions avoisinantes qui viennent y travailler.
- À l'inverse, la faiblesse du PIB par habitant de Lanaudière reflète bien la fonction largement résidentielle de cette région, dont une grande partie des travailleurs ont un emploi à Montréal.
- Le niveau élevé du PIB par habitant de certaines régions-ressources reflète la présence d'industries à forte capitalisation.

22. Ces données sont publiées sur le site Web de l'Institut de la statistique du Québec : http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/conjn_econm/compt_econm/pib_region.htm.

**Tableau 1 : PIB aux prix de base estimé
par région administrative du Québec, 1997-2000 (k\$)**

		1997	1998	1999	2000
(11)	Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	1 652 628	1 672 057	1 769 822	1 769 654
(01)	Bas-Saint-Laurent	3 892 528	4 035 602	4 368 097	4 523 758
(03)	Capitale-Nationale	16 403 490	16 914 771	17 928 583	18 944 122
(12)	Chaudière-Appalaches	7 903 806	8 192 064	8 899 121	9 456 898
(05)	Estrie	6 148 626	6 352 709	6 897 254	7 420 100
(17)	Centre-du-Québec	5 013 814	5 162 995	5 624 896	5 986 470
(16)	Montérégie	25 674 916	26 578 862	28 946 135	30 792 050
(06)	Montréal	63 583 467	67 127 459	72 076 443	77 899 658
(13)	Laval	6 197 244	6 445 351	6 849 461	7 368 701
(14)	Lanaudière	5 478 350	5 627 212	6 009 798	6 397 944
(15)	Laurentides	8 245 563	8 605 381	9 502 163	10 256 082
(07)	Outaouais	5 563 767	5 761 133	6 001 678	6 624 927
(08)	Abitibi-Témiscamingue	3 569 646	3 503 127	3 607 668	3 696 987
(04)	Mauricie	5 308 228	5 476 801	5 801 624	6 261 616
(02)	Saguenay–Lac-Saint-Jean	6 294 225	6 696 243	7 201 110	7 647 220
(09)	Côte-Nord	2 996 374	2 973 679	3 133 528	3 383 566
(10)	Nord-du-Québec	1 191 144	1 126 057	1 147 916	1 269 644
	Ensemble du Québec	175 117 816	182 251 502	195 765 298	209 699 396

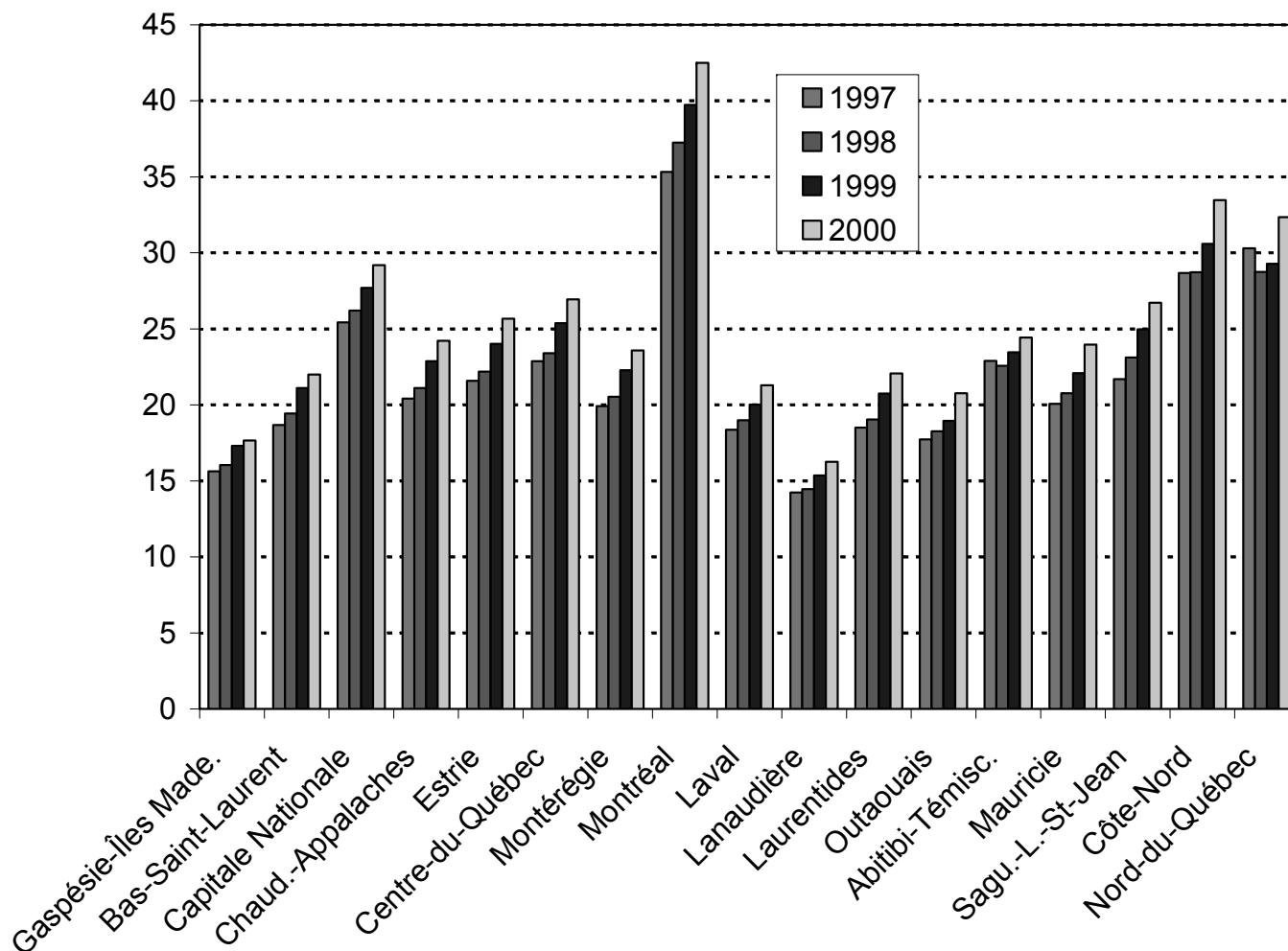
**Graphique 1 : PIB aux prix de base estimé
par région administrative du Québec, 1997-2000 (G\$)**



**Tableau 2 : PIB aux prix de base par habitant
estimé par région administrative, 1997-2000 (\$)**

		1997	1998	1999	2000
(11)	Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	15 636	16 050	17 297	17 659
(01)	Bas-Saint-Laurent	18 678	19 435	21 112	22 004
(03)	Capitale-Nationale	25 435	26 205	27 702	29 202
(12)	Chaudière-Appalaches	20 425	21 104	22 873	24 229
(05)	Estrie	21 593	22 182	24 008	25 668
(17)	Centre-du-Québec	22 874	23 400	25 378	26 945
(16)	Montérégie	19 921	20 531	22 271	23 585
(06)	Montréal	35 322	37 260	39 725	42 510
(13)	Laval	18 368	18 985	20 015	21 303
(14)	Lanaudière	14 232	14 465	15 351	16 246
(15)	Laurentides	18 508	19 036	20 749	22 065
(07)	Outaouais	17 732	18 257	18 949	20 767
(08)	Abitibi-Témiscamingue	22 893	22 562	23 472	24 419
(04)	Mauricie	20 077	20 768	22 080	23 958
(02)	Saguenay–Lac-Saint-Jean	21 697	23 127	24 978	26 717
(09)	Côte-Nord	28 689	28 734	30 592	33 472
(10)	Nord-du-Québec	30 307	28 741	29 280	32 345
	Ensemble du Québec	24 072	24 980	26 732	28 503

**Graphique 2 : PIB aux prix de base par habitant
estimé par région administrative, 1997-2000 (k\$)**



5.2 Comparaison des résultats avec les estimations tirées des micro-données de l'Enquête sur les activités manufacturières (EAM)

L'Institut de la statistique du Québec a accès aux micro-données de l'*Enquête sur les activités manufacturières*²³, ce qui permet de constituer les statistiques principales des établissements manufacturiers par région administrative, selon le SCIAN à trois chiffres. Il a donc été possible de faire une comparaison entre la répartition interrégionale du PIB manufacturier selon les micro-données de l'EAM et les résultats de notre méthode. Au niveau de l'ensemble du secteur manufacturier, la concordance est assez bonne : la valeur de l'indice de dissimilarité²⁴ est de l'ordre de 5 %. On peut donner à cette valeur l'interprétation suivante : si l'on voulait rendre les deux distributions identiques, il faudrait réallouer entre les régions 5 % de la valeur ajoutée manufacturière totale. En particulier, la correspondance est assez serrée pour ce qui est des grandes régions (Montréal et Montérégie).

Les résultats de cette comparaison renforcent la confiance que nous avons dans la validité de la méthode utilisée, surtout lorsqu'on garde à l'esprit certaines caractéristiques de cette enquête. D'abord, le PIB estimé à partir des micro-données de l'EAM est aux prix du marché, tandis que nos estimations portent sur le PIB aux prix de base. Par ailleurs, le calcul de la « valeur ajoutée » dans les *statistiques principales* des établissements ne tient pas compte des services achetés comme intrants; la valeur ajoutée s'en trouve donc nettement surestimée et il est possible qu'il y ait des distorsions dans la répartition interrégionale du PIB, qui résultent du fait qu'on ne soustrait pas les achats intermédiaires de services dans le calcul du PIB à partir des micro-données de l'EAM.

23. Statistique Canada publie les résultats de cette enquête sous le numéro 31-203-XPB.

24. L'indice de dissimilarité est défini comme

$$D = \frac{1}{2} \sum_i |v_i - w_i|$$

où v_i est la part de la région i selon l'EAM et w_i est la part de la région i selon nos estimations.

RÉFÉRENCES

Documents

INSTITUT NATIONAL DES STATISTIQUES ET DES ÉTUDES ÉCONOMIQUES (INSEE) (2000). « Méthode de calcul des valeurs ajoutées régionales par branche et des PIB régionaux - (Système Européen des Comptes), années de base 1994-1996 », J. P. Delisle, avec la participation de C. LELONG et A. KIRTHICHANDRA, document interne, Paris, novembre, 89 p. (NB16.doc).

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC *Immobilisations et réparations des secteurs privé et public, par région administrative, Québec, 1997*, Direction des statistiques économiques et sociales. Ces données sont consultables sur le site Web de l'Institut de la statistique du Québec, dans la BDSO (Banque de données des statistiques officielles sur le Québec).

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC, *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*.

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC, *Produit intérieur brut par industrie au Québec*.

LEMELIN, André, et Pierre MAINGUY (2004). *Méthode d'estimation des produits intérieurs bruts régionaux pour les 17 régions administratives du Québec*, rapport final interne présenté à l'Institut de la statistique du Québec, mai, non publié.

LEMELIN, André, et Pierre MAINGUY (2003). *Questions d'orientation. Décisions stratégiques quant au choix d'une méthode d'estimation des produits intérieurs bruts régionaux*, rapport d'étape interne présenté à l'Institut de la statistique du Québec, mai, non publié.

LEMELIN, André, et Pierre MAINGUY (2003). *Proposition d'une méthode d'estimation des produits intérieurs bruts régionaux pour les 17 régions administratives du Québec*, rapport d'étape présenté à l'Institut de la statistique du Québec, juillet, non publié.

MACGILL, S. M. (1977). « Theoretical Properties of Biproportional Matrix Adjustments », *Environment and Planning A*, 9 : 687-701.

MAINGUY, Pierre, et André LEMELIN (2003). *Tour d'horizon des méthodes d'estimation des produits intérieurs bruts régionaux*, rapport d'étape interne présenté à l'Institut de la statistique du Québec, mars, non publié.

OCDE (2001). « Glossaire des principaux termes, Système de comptabilité nationale, 1993/Glossary of Main Terms, System of National Accounts, 1993 », dans *National Accounts of OECD Countries*, vol. 2.

OFFICE FOR NATIONAL STATISTICS (ONS) (2000). « UK Regional Gross Domestic Product (GDP). Methodological Guide », Londres, Lacey, David, « Economic Trends », n° 565, 7 p. (*UK_Regional_GDP_methodological_guide.pdf*).

PÊCHES ET OCÉANS CANADA (de 1996-1997 à 2002-2003). *Les pêches maritimes du Québec, Revue statistique annuelle*.

STATISTIQUE CANADA, *Produit intérieur brut provincial par industrie, 1997-2002* (15-203-XIF).

STATISTIQUE CANADA, *Comptes économiques provinciaux annuels* (13-213-PPB).

Sites Web

UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION

<http://unstats.un.org/unsd/>

<http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/default.htm>

<http://unstats.un.org/unsd/sna1993/introduction.asp>

<http://unstats.un.org/unsd/sna1993/glossary.asp>

Notons que la documentation offerte sur le site de la Division des statistiques des Nations Unies en rapport avec le SNA 1995 n'est offerte qu'en langue anglaise.

OCDE

<http://www.oecd.org/EN/home/0,,EN-home-0-nodirectorate-no-no-no-0,FF.html>

<http://www.oecd.org/EN/search/0,,EN-search-3-nodirectorate-no-no--3,00.html>

ANNEXE 1 : CLASSIFICATION DES INDUSTRIES SCIAN²⁵

		SCIAN		
1	11A	Cultures agricoles et élevage	111- Fermes	
2	113000	Foresterie et exploitation forestière	112	
3	114000	Pêche, chasse et piégeage		
4	115	Activités de soutien à l'agriculture et à la foresterie		
5	241100	Extraction de pétrole et de gaz		
6	242100	Extraction de charbon		
7	2122	Extraction de minerais métalliques		
8	2123	Extraction de minerais non métalliques		
9	2131	Activités de soutien à l'extraction minière et à l'extraction de pétrole et de gaz	}	
10	2199	Extraction minière non spécifiée		
11	2211	Production, transport et distribution d'électricité		
12	2212	Distribution de gaz naturel		
13	2213	Réseaux d'aqueducs, d'égouts et autres		
14	2300A0	Construction résidentielle	} {	
15	2300B0	Construction non résidentielle		2311 Lotissements et aménagements de terrains
16	2300C0	Travaux de génie liés aux transports		2312 Construction de bâtiments
17	2300D0	Travaux de génie pour le pétrole et le gaz naturel		2313 Travaux de génie
18	2300E0	Travaux de génie liés à l'énergie électrique		2314 Gestion de construction
19	2300F0	Travaux de génie liés aux communications		2321 Préparation du terrain
20	2300G0	Autres travaux de génie		2322 Travaux de gros œuvres
21	2300H0	Construction (réparations)		2323 Finition extérieure de bâtiments
22	2300I0	Autres activités de construction		2324 Finition intérieure de bâtiments
23				2325 Installation d'équipements techniques
24	311	Fabrication d'aliments	2329 Autres entrepreneurs spécialisés	
25	312	Fabrication de boissons et de produits du tabac		
26	3130	Usines de textiles		
27	3140	Usines de produits textiles		
28	315	Fabrication de vêtements		
29	316	Fabrication de produits en cuir et de produits analogues		
30	321	Fabrication de produits en bois		
31	322	Fabrication du papier		
32	323	Impression et activités connexes de soutien		
33	324	Fabrication de produit du pétrole et du charbon		
34	325	Fabrication de produits chimiques		
35	326	Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique		
36	327	Fabrication de produits minéraux non métalliques		
37	331	Première transformation des métaux		
38	332	Fabrication de produits métalliques		
39	333	Fabrication de machines		
40	334	Fabrication de produits informatiques et électroniques		

25. Les accolades représentent les regroupements effectués; les industries dont le nom est rayé ont été supprimées.

ANNEXE 1 : CLASSIFICATION DES INDUSTRIES SCIAN (SUITE)²⁶

41	335	Fabrication de matériel, d'appareils et de composantes électriques	
42	336	Fabrication de matériel de transport	
43	337	Fabrication de meubles et de produits connexes	
44	339	Activités diverses de fabrication	
45	410000	COMMERCE DE GROS	
46	4A0000	COMMERCE DE DÉTAIL	44-45
47	484000	Transport par camion	
48	485000	Transport en commun et transport terrestre de voyageurs	
49	486	Transport par pipeline	
50	481000	Transport aérien	
51	482000	Transport ferroviaire	
52	483000	Transport par eau	
53	487000	Transport de tourisme et d'agrément	
54	488000	Activités de soutien au transport	
55	491000	Services postaux	}
56	492000	Messageries et services de messagers	
57	493000	Entreposage	
58	511	Édition	
59	512	Industries du film et de l'enregistrement sonore	
60	513	Radiotélévision et télécommunications	
61	514	Services d'information et traitement des données	
62	5A01	Autorités monétaires et intermédiation financière par le biais de dépôts	} <ul style="list-style-type: none"> 521 Autorités monétaires – banques centrales 522 Intermédiation financière et activités connexes 523 Valeurs mobilières, contrats de marchandises et autres activités d'investissement financier connexes 524 Sociétés d'assurance et activités connexes 526 Fonds et autres instruments financiers 531 Services immobiliers 532 Service de location et de location à bail 533 Bailleurs de biens incorporels non financiers, sauf les œuvres protégées par les droits d'auteur
63	5A0200	Sociétés d'assurance	
64	5A0300	Bailleurs de biens immobiliers	
65	5A0400	Logements occupés par leurs propriétaires	
66	5A05	Services de location et de location à bail et bailleurs de biens incorporels non financiers, sauf les œuvres protégées par le droit d'auteur	
67	5A06	Autres finance, assurances et services immobiliers, et gestion de sociétés et d'entreprises	
68			
69			
70	54	SERVICES PROFESSIONNELS, SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES	
71	551	Gestion de sociétés et d'entreprises	
72	561	Services administratifs et services de soutien	
73	562000	Services de gestion des déchets et d'assainissement	

26. Les accolades représentent les regroupements effectués; les industries dont le nom est rayé ont été supprimées.

ANNEXE 1 : CLASSIFICATION DES INDUSTRIES SCIAN (FIN)²⁷

74	61	SERVICES D'ENSEIGNEMENT	
75	62	SOINS DE SANTÉ ET ASSISTANCE SOCIALE	
76	711000	Arts d'interprétation, sports, spectacles et activités connexes	}
77	712000	Établissements du patrimoine	
78	713000	Divertissement et loisirs et jeux de hasard et loteries	
79	721000	Services d'hébergement	
80	722000	Services de restauration et débits de boissons	
81	811	Réparation et entretien	
82	813	ORGANISMES RELIGIEUX, FONDATIONS, PROFESSIONNELLES ET SIMILAIRES	GROUPES DE CITOYENS ET ORGANISATIONS
83	81A	SERVICES PERSONNELS ET SERVICES DE BLANCHISSAGE ET MÉNAGES PRIVÉS	} 812 Services personnels et services de blanchissage 814 Ménages privés
84			
85	911	Administration publique fédérale	
86	912000	Administrations publiques provinciales et territoriales	
87	913000	Administrations publiques locales, municipales et régionales	
88	914000	Administrations publiques autochtones	
89	919000	Organismes publics internationaux et autres organismes publics extraterritoriaux	

27. Les accolades représentent les regroupements effectués; les industries dont le nom est rayé ont été supprimées.

ANNEXE 2 : CLASSIFICATION DES INDUSTRIES CTI²⁸

	Code CTI	Secteur industriel
1	010	Industries agricoles
2	020	Services agricoles
3	030	Pêche et piégeage
4	040	Exploitation forestière
5	050	Services forestiers
6	061	Mines de métaux
7	062	Mines de minerai non métallique
8	063	Mines de charbon
9	071	Pétrole brut et gaz naturel
10	081	Carrières
11	082	Sablières et gravières
12	091	Services relatifs à l'extraction du pétrole et du gaz naturel
13	092	Services relatifs à l'extraction minière
14	100	Aliments
15	110	Boissons
16	120	Tabac
17	150	Produits en caoutchouc
18	160	Produits en matières plastiques
19	170	Cuir et produits connexes
20	180	Textile de première transformation
21	190	Produits textiles
22	240	Habillement
23	250	Bois
24	260	Meubles et articles d'ameublement
25	270	Papier et produits connexes
26	280	Imprimerie, édition et ind. Connexes
27	290	Première transformation des métaux
28	300	Fabrication de produits métalliques (sauf machinerie et matériel de transport
29	310	Machinerie (sauf électrique)
30	320	Matériel de transport
31	330	Produits électriques et électroniques
32	350	Produits minéraux non métalliques
33	360	Produits raffinés du pétrole et du charbon
34	370	Industries chimiques
35	390	Autres industries manufacturières
36	401	Promotion et construction de bâtiments résidentiels
37	402	Promotion et construction de bâtiments non résidentiels
38	411	Construction industrielle (autre que bâtiments)
39	412	Construction de route et construction lourde
40	421	Travaux sur chantier
41	422	Travaux de charpente et travaux connexes
42	423	Travaux extérieurs de finition

28. Les accolades représentent les regroupements effectués; les industries dont le nom est rayé ont été supprimées.

ANNEXE 2 : CLASSIFICATION DES INDUSTRIES CTI (SUITE)²⁹

43	424	Installations mécaniques, plomberie, chauffage et climatisation	}	44T
44	425	Travaux de mécanique spécialisée		
45	426	Travaux d'électricité		
46	427	Travaux d'intérieur et de finition		
47	429	Autres travaux spécialisés		
48	441	Gestion de travaux de construction		
49	449	Autres services relatifs à la construction	}	
50	451	Transport aérien		
51	452	Services relatifs au transport aérien		
52	453	Transport ferroviaire		
53	454	Transport par eau		
54	455	Services relatifs au transport par eau		
55	456	Camionnage		
56	457	Transport en commun		
57	458	Autres industries du transport		
58	459	autres industries des services relatifs au transport		
59	461	Transport par pipe-line		
60	471	Silos à grain		
61	479	Autres industries du transport et entreposage		
62	481	Diffusion des télécommunications		
63	482	Transmission des télécommunications		
64	483	Autres industries des télécommunications		
65	484	Services postaux et services de messagers		
66	491	Énergie électrique		
67	492	Distribution de gaz		
68	493	Distribution d'eau		
69	499	Autres industries des services publics		
70	Div.I	Commerce de gros		
71	Div.J	Commerce de détail		
72	700	Intermédiaires financiers de dépôts		
73	710	Crédit à la consommation et aux entreprises		
74	720	Intermédiaires d'investissement		
75	730	Assurances		
76	740	Autres industries d'intermédiaires financiers		
77	750	Services immobiliers (sauf lotisseurs)		
78	760	Agences d'assurances et agences immobilières		
79	771	Services de placement et services de location de personnel		
80	'772	Services d'informatique et services connexes		
81	773	Services de comptabilité et tenue de livres		
82	'774	Services de publicité		
83	'775	Bureaux d'architectes, d'ingénieurs et autres services scientifiques et techniques		
84	776	Études d'avocats et de notaires		

29. Les accolades représentent les regroupements effectués; les industries dont le nom est rayé ont été supprimées.

ANNEXE 2 : CLASSIFICATION DES INDUSTRIES CTI (FIN)³⁰

85	777	Bureaux de conseillers en gestion
86	779	Autres services aux entreprises
87	810	Services de l'administration fédérale
88	820	Services des administrations provinciales et territoriales
89	830	Services des administrations locales
90	840	Organismes internationaux et autres organismes extraterritoriaux
91	850	Services d'enseignement
92	860	Services des soins de santé et services sociaux
93	910	Hébergement
94	920	Restauration
95	960	Services de divertissements et loisirs
96	970	Services personnels et domestiques
97	980	Associations
98	990	Autres industries de services

30. Les accolades représentent les regroupements effectués; les industries dont le nom est rayé ont été supprimées.

ANNEXE 3 : TABLEAU SYNTHÈSE DES REGROUPEMENTS

Nom de l'Industrie CTI	Code de l'industrie CTI	Code de l'industrie SCIAN	Nom de l'industrie SCIAN
Carrières sablières et gravières	CTI-080 } CTI-082 } CTI-080	SCIAN-2123	Extraction de minerais non métalliques
Textile de première transformation et produits textiles	CTI-180 } CTI-190 } →	{ SCIAN-313 SCIAN-314	Usines de textiles et de produits textiles
Services relatifs au transport	CTI-452 } CTI-455 } → CTI-459 }	SCIAN-488	Activités de soutien au transport
Autres industries du transport terrestre	CTI-457 } CTI-458 } →	SCIAN-485	Transport en commun et transport terrestre de voyageurs
Autres industries du transport et de l'entreposage	CTI-461 } CTI-471 } CTI-460-470 → CTI-479 }	{ SCIAN-486 SCIAN-493	Autres industries du transport et de l'entreposage
Télécommunications, messagerie et services postaux	CTI-481 } CTI-482 } CTI-480 CTI-483 } CTI-484 }	SCIAN-489 (491-492)	Télécommunications
		SCIAN-513	Messagerie et services postaux
Production d'électricité et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	CTI-491 } CTI-492 } → CTI-493 }	SCIAN-2211 } SCIAN-2212 } SCIAN-221 SCIAN-2213 }	Production des services publics
Intermédiaires financiers de dépôts et d'investissement	CTI-700 } CTI-710 } → CTI-720 }	SCIAN-5A01	Autorités monétaires et intermédiation financière par le biais de dépôts

ANNEXE 4 : UTILISATION DES MATRICES DE NAVETTAGE

Les données fiscales reçues de Revenu Québec sur les salaires et les RNEI par industrie selon la région de résidence doivent être converties selon la région de production pour être conformes au concept de produit *intérieur* brut (par opposition à produit *national* brut), ce qui se fait au moyen des tableaux des déplacements pendulaires résidence-travail selon l'industrie, pour différents types de travailleurs. Ces tableaux ont été commandés à Statistique Canada, qui les a produits à partir des données du questionnaire long du recensement de la population de 1996 (échantillon de 20 % de la population).

A4.1 Choix des données à utiliser pour différents types de revenus

Nous voulons répartir des revenus (salaires et RNEI). En nous appuyant sur les définitions du dictionnaire du recensement, nous pouvons établir une correspondance entre les types de travailleurs et le type de revenu. Nous avons donc décidé d'utiliser :

- le total des *travailleurs rémunérés* pour répartir les revenus d'emploi;
- les *travailleurs autonomes sans entreprise constituée en société* pour répartir les revenus d'entreprise des particuliers en affaires.

Les *travailleurs rémunérés* comprennent les *employés* et les *travailleurs autonomes en entreprise constituée en société*. Le cas des employés est sans ambiguïté. Quant aux *travailleurs autonomes en entreprise constituée en société*, de quelle nature est le revenu qu'ils reçoivent? C'est aussi un salaire, ou un revenu similaire (commission, par exemple)³¹. Seule une entreprise qui n'est pas constituée en société peut verser un « revenu mixte »; il s'ensuit que seuls les *travailleurs sans entreprise constituée en société* peuvent recevoir un revenu mixte, c'est-à-dire un *revenu net d'entreprise indépendante* (RNEI).

A4.2 Préparation des matrices de navettage

Nous avons donc 132 matrices de navettage, une par industrie CTI 1980 (66 industries) et par type de revenu (2)³². Dans le développement qui suit, nous décrivons le processus de préparation de la série des 66 matrices de navettage pour chaque type de revenu. Notre

31. Ou, plus rarement, un dividende qui lui est versé à titre d'actionnaire. Qu'une petite fraction des *travailleurs rémunérés* reçoivent leur rémunération sous forme de dividendes ne peut pas modifier de façon notable la configuration des déplacements résidence-travail, même s'ils avaient des comportements de navettage différents.

32. Les matrices de navettage des industries traitées de façon particulière n'ont cependant pas été utilisées, celles-ci étant rendues inutiles par l'application d'un allocateur propre à ces industries.

description est cependant générale et s'applique tant aux salaires qu'aux RNEI. C'est pourquoi aucun indice dans la notation n'indique s'il s'agit des salaires ou des RNEI. Et lorsque nous parlons de « revenus », il s'agit indifféremment des salaires ou des RNEI. De plus, notre notation se conforme à la convention en vigueur à l'Institut de la statistique du Québec quant à l'orientation des matrices de navettage³³ : les lignes des matrices de navettage correspondent aux régions i de résidence (origine) et les colonnes, aux régions j (lieu de production).

En plus des 17 régions administratives, les matrices de navettage contiennent trois colonnes (régions de production) supplémentaires :

- 18 Extérieur du Québec
- 19 À domicile
- 20 Sans adresse de travail fixe

et une ligne (région de résidence) supplémentaire :

- 18 Au Canada à l'extérieur du Québec³⁴

Il y a donc 18 lieux de résidence et 20 lieux de travail. Les matrices de navettage qui servent de points de départ aux calculs ont donc 18 lignes et 20 colonnes.

Soit donc

$m_{i,j,k}^0$ le nombre de travailleurs qui ont leur résidence dans la région i et qui travaillent dans l'industrie k de la région j selon les matrices de navettage produites par Statistique Canada : $i = 1, \dots, 18$, $j = 1, \dots, 20$; et $k = 1, \dots, 66$.

Comme nous l'avons signalé précédemment, pour ne pas alourdir davantage la notation, nous n'avons pas ajouté d'indice pour distinguer les *travailleurs rémunérés* et les *travailleurs autonomes sans entreprise constituée en société*. Cependant, les développements qui suivent s'appliquent en parallèle aux deux séries de matrices de navettage.

33. Notamment en regard des travaux similaires réalisés au ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR) pour les MRC du Québec (Recensement de 2001).

34. Les travailleurs résidant à l'extérieur du Canada ne répondent pas au recensement. Les chiffres relatifs aux personnes domiciliées à l'extérieur du Québec qui travaillent au Québec sont donc sous-estimés, parce qu'on ne compte pas ceux qui sont domiciliés à l'extérieur du Canada (travailleurs transfrontaliers). Idéalement, il faudrait trouver une façon d'estimer cette production dans le PIB des régions concernées, mais il n'y a guère de solution évidente. Cependant, étant donné qu'il n'y a pas au Québec de grande ville frontalière, on peut croire que ce phénomène n'est pas très important.

Avant de poursuivre, il y a quelques ajustements à faire aux $m_{i,j,k}^0$. Ces ajustements passeront par des valeurs intermédiaires $m_{i,j,k}^*$ et il en résultera des valeurs $m_{i,j,k}$, avec $i = 1, \dots, 18$, $j = 1, \dots, 18$; et $k = 1, \dots, n$. Ces ajustements préalables sont les suivants :

1. D'abord, puisque, par définition, les travailleurs à domicile ($j = 19$) travaillent dans leur région de résidence, il faut additionner les travailleurs à domicile à ceux de la même région qui travaillent dans leur région :

$$m_{i,j,k}^* = m_{i,j,k}^0 + m_{i,19,k}^0, \text{ pour } i = 1, \dots, 18$$

On note que ce calcul s'applique également aux résidents hors Québec ($i = 18$).

Pour toute paire $i \neq j$, on a encore $m_{i,j,k}^* = m_{i,j,k}^0$

2. Pour ce qui est des travailleurs sans adresse de travail fixe ($j=20$), on les répartit entre les régions de production selon les mêmes proportions que les travailleurs ayant une adresse de travail fixe³⁵. Alors, pour $i = 1, \dots, 18$ et $j = 1, \dots, 18$, on a

$$m_{i,j,k} = m_{i,j,k}^* + \frac{m_{i,j,k}^*}{\sum_{h=1}^{18} m_{i,h,k}^*} m_{i,20,k}^* = m_{i,j,k}^* \frac{\left(\sum_{h=1}^{18} m_{i,h,k}^* \right) + m_{i,20,k}^*}{\left(\sum_{h=1}^{18} m_{i,h,k}^* \right)}$$

$$m_{i,j,k} = m_{i,j,k}^* \left[1 + \frac{m_{i,20,k}^*}{\sum_{h=1}^{18} m_{i,h,k}^*} \right]$$

3. Enfin, une fois franchie l'étape 2, on supprime la colonne 18 parce que les données fiscales de Revenu Québec ne couvrent pas systématiquement les travailleurs dont le revenu est gagné à l'extérieur du Québec. Car, en ce qui concerne les salaires, Revenu Québec ne reçoit pas de relevés R-1 des employeurs installés à l'extérieur du Québec. Il s'ensuit que les données fiscales de Revenu Québec sur les salaires n'incluent pas les salaires reçus de l'industrie k par des résidents de la région i qui travaillent à l'extérieur du Québec. En ce qui

35. Cette façon de procéder n'est probablement pas appropriée pour l'industrie de la construction. Toutefois, puisque la construction est une « industrie particulière », dont la valeur ajoutée est répartie au moyen d'un allocateur particulier, il n'y a pas lieu d'en tenir compte ici.

concerne les RNEI, ils sont déclarés *dans la province où ils sont gagnés*, et non pas dans la province de résidence du déclarant; la colonne 18 est donc nulle. Si, au contraire, les données produites par Revenu Québec couvraient systématiquement les revenus gagnés à l'extérieur du Québec, par des résidants du Québec, il faudrait conserver cette colonne 18 pour tenir compte de ce phénomène lors de la conversion des données selon la région de résidence en données selon la région de production.

De ces ajustements résulte une matrice constituée des $m_{i,j,k}$, où

$m_{i,j,k}$ = le nombre de travailleurs qui ont leur résidence dans la région i et qui travaillent dans l'industrie k de la région j selon les matrices de navettage ajustées : $i = 1, \dots, 18$, $j = 1, \dots, 17$; et $k = 1, \dots, 66$.

À partir des matrices ajustées, on obtient

$$p_{j|i,k} = \frac{m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{i,h,k}^*}, \quad i = 1, \dots, 17 \text{ et } j = 1, \dots, 17$$

la probabilité conditionnelle qu'un travailleur de l'industrie k travaille dans la région j étant donné qu'il habite la région i ($i = 1, \dots, 17$) et qu'il travaille au Québec. On a évidemment

$$\sum_{j=1}^{17} p_{j|i,k} = \frac{\sum_{h=1}^{17} m_{i,h,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{i,h,k}} = 1$$

Ces probabilités conditionnelles sont ensuite appliquées aux données fiscales de Revenu Québec. Les probabilités conditionnelles ne sont pas calculées pour les résidants hors Québec ($i = 18$). Toutefois, on utilisera le *nombre* de résidants hors Québec qui travaillent au Québec dans chaque région et dans chaque industrie, pour tenir compte de leur contribution au PIB québécois (voir A4.4).

A4.3 Répartition des revenus avant prise en compte des résidants hors Québec

Les données fiscales de Revenu Québec prennent la forme de deux matrices, l'une pour les salaires et l'autre pour les RNEI, de 67 lignes et 18 colonnes. Les 67 lignes correspondent aux 66 industries CTI, auxquelles s'ajoute une ligne « indéterminée »; de même, les colonnes correspondent aux 17 régions administratives de résidence, auxquelles s'ajoute une colonne

« indéterminée »³⁶. Aux fins du développement qui suit, transposons ces matrices de revenus, de manière à ce que les lignes correspondent aux régions de résidence et les colonnes, aux industries. L'élément typique de chaque matrice de revenus est représenté par

$s_{i,k}^{Dom}$ = les revenus reçus de l'industrie k par des résidents de la région i , selon la compilation de Revenu Québec : $i = 1, \dots, 17$ et $k = 1, \dots, 66$.

Les revenus par industrie selon la région de résidence sont transformés en revenus par industrie selon la région de production au moyen de la formule

$$s_{j,k}^{Trav^0} = \sum_{i=1}^{17} p_{j|i,k} s_{i,k}^{Dom}, \quad k = 1, \dots, 66.$$

Cette transformation repose sur l'hypothèse implicite qu'en moyenne, les travailleurs d'une industrie donnée qui sont domiciliés dans une région ont le même revenu, quelle que soit la région où ils travaillent.

Signalons qu'on a laissé de côté les données fiscales de Revenu Québec relatives aux contribuables dont soit l'industrie soit la région de résidence est indéterminée. Nous exposerons plus loin (en A4.6) pourquoi et comment on a néanmoins tiré parti des données de RNEI pour lesquelles la région de résidence est connue, mais l'industrie est indéterminée.

A4.4 Prise en compte des travailleurs domiciliés hors Québec

Avant de se servir des $s_{j,k}^{Trav^0}$ pour répartir les revenus générés par l'industrie k entre les régions de production j , il faut ajuster cette répartition pour tenir compte des personnes domiciliées hors Québec qui travaillent au Québec, puisque leur production fait partie du PIB québécois. Pour une industrie donnée, cet ajustement consiste à corriger le montant du revenu de chaque région en le multipliant par le rapport suivant :

- nombre total de personnes travaillant dans cette région et cette industrie, y compris les travailleurs domiciliés hors Québec

sur

36. Notons que la 18^e colonne des matrices de données fiscales de Revenu Québec correspond aux contribuables dont la région de résidence est indéterminée; on peut penser qu'une bonne partie de ceux-ci sont des résidents hors Québec, mais il n'y a pas de moyen de le vérifier. Nous ne pouvons donc pas associer ces contribuables à la 18^e ligne des matrices de navettage, celle des résidents hors Québec.

- nombre de personnes travaillant dans cette région et cette industrie qui résident au Québec (c'est-à-dire à l'exclusion de ceux qui sont domiciliés hors Québec).

Cet ajustement repose sur l'hypothèse implicite que les résidents hors Québec qui travaillent dans une région et une industrie données ont un revenu moyen égal à celui des résidents du Québec qui travaillent dans la même région et la même industrie. Il sied peut-être d'explicitier les implications de cette hypothèse, en combinaison avec celle, faite précédemment, que les travailleurs d'une industrie donnée qui sont domiciliés dans une région ont le même revenu moyen, quelle que soit la région où ils travaillent. Ensemble, ces hypothèses présupposent que le revenu moyen des résidents hors Québec qui travaillent au Québec dans une industrie donnée est une moyenne doublement pondérée des revenus moyens des résidents du Québec dans cette industrie. Cette implication est démontrée à la fin de la présente annexe, en A4.7.

Algébriquement, l'ajustement est donné par

$$s_{j,k}^{Trav} = s_{j,k}^{Trav0} f_{j,k}^{XQ} = \left(\sum_{i=1}^{17} p_{j|i,k} s_{i,k}^{Dom} \right) f_{j,k}^{XQ}$$

avec

$$f_{j,k}^{XQ} = \frac{\sum_{i=1}^{18} m_{i,j,k}}{\sum_{i=1}^{17} m_{i,j,k}}$$

comme facteur de correction pour les personnes qui sont domiciliées hors Québec et qui travaillent au Québec. L'utilisation de ce facteur de correction appelle les mêmes réserves que celles qui ont été exprimées à propos de la sous-estimation des $m_{18,j,k}$.

Étant donné

$$p_{j|i,k} = \frac{m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{i,h,k}}, \quad i = 1, \dots, 18 \text{ et } j = 1, \dots, 17$$

la formule de calcul des $s_{j,k}^{Trav}$ peut s'écrire en termes des $m_{i,j,k}$ comme

$$s_{j,k}^{Trav} = \frac{\sum_{i=1}^{18} m_{i,j,k}}{\sum_{i=1}^{17} m_{i,j,k}} \left(\frac{\sum_{i=1}^{17} m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{i,h,k}} s_{i,k}^{Dom} \right)$$

A4.5 Répartition des revenus après prise en compte des résidents hors Québec

À partir de ces $s_{j,k}^{Trav}$, on obtient les distributions suivantes :

$$q_{j|k} = \frac{s_{j,k}^{Trav}}{\sum_{h=1}^{17} s_{h,k}^{Trav}}$$

est la fraction estimée des revenus de l'industrie k qui proviennent de la région j ($j = 1, \dots, 17$).

On répartit ensuite le revenu de chaque industrie selon les Comptes économiques proportionnellement aux $s_{j,k}^{Trav}$. On obtient alors les estimations

$$\tilde{s}_{j,k}^{Trav} = q_{j|k} z_k$$

où z_k désigne la valeur du revenu de l'industrie k selon les Comptes économiques.

En ce qui concerne la rémunération du travail (salaires et rémunération supplémentaire du travail), cela complète le processus d'estimation de cette composante du PIB régional. Dans le cas des RNEI, par contre, il existe une étape supplémentaire.

A4.6 Répartition des RNEI de l'ensemble des industries en vue de l'ajustement par la méthode MinXEnt

Nous avons vu en 2.2.2 qu'il y avait des lacunes dans les données fiscales de Revenu Québec. Car, tandis que la région de résidence est connue dans le cas de 90 % des contribuables ayant déclaré des RPA (93 % de la valeur totale des RPA déclarés), on ne connaît à la fois la région de résidence et le code d'activité que dans le cas de 41 % des contribuables ayant des RPA (41 % de la valeur totale des RPA déclarés). Si nous n'utilisons que les données complètes, nous nous priverions de toute l'information contenue dans les 49 % des déclarations pour lesquelles on connaît la région de résidence, mais pas le code d'activité.

Pour cette raison, nous avons décidé d'ajuster les données relatives aux RNEI au moyen de la méthode de minimisation de l'apport d'information (MinXEnt), de façon à ce que la répartition

régionale des RNEI pour l'ensemble des industries s'appuie sur des données plus complètes, jugées plus fiables. Cette méthode ainsi que son application à notre problème sont décrites à l'annexe 5.

En vue de l'application de cette méthode, il a donc fallu transformer les données sur les RNEI de l'ensemble des industries selon la région de résidence en données selon la région de travail. Ainsi, en ce qui concerne les données sur les RNEI, nous avons appliqué le processus décrit ci-dessus en A4.2, A4.3 et A4.4 à la matrice de navettage de l'ensemble des *travailleurs autonomes sans entreprise constituée en société*, toutes industries confondues. Pour refléter ce fait formellement dans l'exposé algébrique du processus, il suffit de spécifier que, pour les RNEI, l'indice k court de 1 à 67, la 67^e industrie étant constituée de l'ensemble des 66.

A4.7 Complément de l'annexe 4 : implications de l'hypothèse faite à propos du revenu moyen des résidents hors Québec

Soit

$R_{i,j,k}$ = le revenu agrégé des $m_{i,j,k}$ résidents de la région i qui travaillent dans l'industrie k de la région j

$r_{i,j,k} = \frac{R_{i,j,k}}{m_{i,j,k}}$, le revenu moyen des $m_{i,j,k}$ résidents de la région i qui travaillent dans l'industrie k de la région j

$\bar{r}_{i,\bullet,k} = \frac{\sum_{j=1}^{17} R_{i,j,k}}{\sum_{j=1}^{17} m_{i,j,k}}$, le revenu moyen de l'ensemble des résidents de la région i qui travaillent

dans l'industrie k .

Notons que

$$\bar{r}_{i,\bullet,k} = \frac{\sum_{j=1}^{17} R_{i,j,k}}{\sum_{j=1}^{17} m_{i,j,k}} = \frac{\sum_{j=1}^{17} m_{i,j,k} r_{i,j,k}}{\sum_{j=1}^{17} m_{i,j,k}} = \sum_{j=1}^{17} \frac{m_{i,j,k}}{\sum_{g=1}^{17} m_{i,g,k}} r_{i,j,k}$$

est une moyenne pondérée des $r_{i,j,k}$

On a fait l'hypothèse que les travailleurs d'une industrie donnée qui sont domiciliés dans une région ont le même revenu moyen :

$$\text{Pour toute région de travail } j, r_{i,j,k} = \frac{\sum_{j=1}^{17} R_{i,j,k}}{\sum_{j=1}^{17} m_{i,j,k}} = \bar{r}_{i,\bullet,k}$$

Par ailleurs, on a fait l'hypothèse que les résidents hors Québec qui travaillent dans une région et une industrie données ont un revenu moyen égal à celui des résidents du Québec qui travaillent dans la même région et la même industrie :

$$r_{18,j,k} = \frac{\sum_{i=1}^{17} R_{i,j,k}}{\sum_{i=1}^{17} m_{i,j,k}}, \text{ où l'on note que les sommations se font sur l'indice } i, \text{ et non pas } j.$$

$$r_{18,j,k} = \frac{\sum_{i=1}^{17} m_{i,j,k} r_{i,j,k}}{\sum_{i=1}^{17} m_{i,j,k}} = \sum_{i=1}^{17} \left(\frac{m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{h,j,k}} r_{i,j,k} \right)$$

Étant donné la première hypothèse, cela équivaut à

$$r_{18,j,k} = \sum_{i=1}^{17} \left(\frac{m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{h,j,k}} \bar{r}_{i,\bullet,k} \right)$$

c'est-à-dire à

$$r_{18,j,k} = \sum_{i=1}^{17} \left[\left(\frac{m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{h,j,k}} \right) \sum_{f=1}^{17} \left(\frac{m_{i,f,k}}{\sum_{g=1}^{17} m_{h,g,k}} \right) r_{i,f,k} \right]$$

$$r_{18,j,k} = \sum_{i=1}^{17} \sum_{f=1}^{17} \left[\left(\frac{m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{h,j,k}} \right) \left(\frac{m_{i,f,k}}{\sum_{g=1}^{17} m_{i,g,k}} \right) r_{i,f,k} \right]$$

Le revenu moyen $r_{18,j,k}$ est une moyenne doublement pondérée des $r_{i,f,k}$ où

$$\left(\frac{m_{i,f,k}}{\sum_{g=1}^{17} m_{i,g,k}} \right)$$

est la fraction des résidents de la région i qui travaillent dans l'industrie k et dont le lieu de travail se trouve dans la région f , et où

$$\left(\frac{m_{i,j,k}}{\sum_{h=1}^{17} m_{h,j,k}} \right)$$

est la fraction des travailleurs de l'industrie k dans la région j qui sont domiciliés dans la région i .

ANNEXE 5 : MÉTHODOLOGIE DE L'AJUSTEMENT DES RNEI

A5.1 Fondements épistémologiques de la méthode MinXEnt

Le fondement de la méthode MinXEnt est formulé en tant que « second principe d'optimisation de l'entropie » par Kapur et Kesavan (1992), pour les situations où l'on dispose d'information a priori : « De toutes les distributions de probabilité qui satisfont les contraintes imposées, on doit choisir celle qui est la plus proche de la distribution donnée a priori³⁷. » Selon les auteurs, ce principe est une généralisation d'une idée fondamentale d'abord énoncée par Jaynes (1957) comme la traduction opérationnelle de la neutralité scientifique. Le même principe est mis de l'avant par Golan, Judge et Miller (1996). Ces auteurs, et bien d'autres, soutiennent que les méthodes d'estimation fondées sur la minimisation de l'entropie croisée sont de véritables méthodes d'estimation, d'inspiration bayésienne, et non seulement des techniques pour attribuer des valeurs à des variables.

Plus concrètement, la méthode MinXEnt consiste à ajuster une matrice a priori – en l'occurrence la matrice des RNEI par industrie et par région – de façon à respecter une information « dure », qui est imposée comme contrainte et qui, dans le cas présent, est donnée par les totaux marginaux. Puisque les contraintes marginales fixent l'ordre de grandeur des flux, l'ajustement porte sur la structure de la matrice. Cette structure est représentée par la répartition du total entre les éléments, répartition qui est formellement une distribution de probabilité. Le second principe de Kapur et Kesavan (1992) consiste donc à choisir, parmi les matrices qui respectent les contraintes marginales, celle qui est la plus proche de la matrice a priori.

L'application de ce principe exige donc la définition d'une mesure de différence. Celle-ci est donnée par la mesure de l'entropie croisée de Kullback-Leibler (1951) :

$$D(p : q) = \sum_i \sum_j p_{ij} \log \left(\frac{p_{ij}}{q_{ij}} \right)$$

où les q_{ij} sont les probabilités a priori et les p_{ij} , les probabilités a posteriori.

Dans son approche axiomatique à la théorie de l'information, Theil (1967 : 5) a montré que, pour un événement aléatoire A de probabilité q , la quantité d'information contenue dans un

37. Traduction libre de Kapur et Kesavan (1992 : 12).

message disant que l'événement A s'est produit est mesurée par $\ln \frac{1}{q}$. Il s'ensuit que $\ln \frac{1}{q}$ mesure réciproquement la quantité d'information *qui manque*, c'est-à-dire le degré d'*incertitude* qui subsiste lorsqu'on ne connaît que la probabilité d'occurrence q de A . Soit maintenant un ensemble exhaustif d'événements mutuellement exclusifs $\{A_i\}$ ³⁸ auxquels sont associées des probabilités p_i . Il découle de ce qui précède que l'incertitude que laisse subsister cette distribution de probabilités est mesurée par l'espérance mathématique de la quantité d'information contenue dans un message qui dirait *lequel* des événements mutuellement exclusifs s'est produit :

$$E = \sum_i p_i \log \left(\frac{1}{p_i} \right) = - \sum_i p_i \log p_i$$

C'est la mesure d'entropie de Shannon. La même définition axiomatique de l'information entraîne par ailleurs ceci : si l'on veut mesurer la quantité d'information d'un message disant que la probabilité de A , que l'on croyait initialement égale à q , est plutôt égale à p , alors il faut la mesurer par la différence entre l'information manquante *ex ante* et l'information manquante *ex post*, une fois reçu le message que la probabilité est de p , non pas de q ; ce qui donne

$$\ln \frac{1}{q} - \ln \frac{1}{p} = \ln \frac{p}{q}$$

Et quelle quantité d'information est contenue dans un message qui dit qu'une distribution de probabilités est donnée désormais par la distribution a posteriori $\{p_i\}$, plutôt que par la distribution a priori $\{q_i\}$? Cette quantité d'information est forcément mesurée par l'espérance mathématique

$$D(p : q) = \sum_i p_i \ln \left(\frac{p_i}{q_i} \right)$$

C'est la mesure de Kullback-Leibler pour une distribution unidimensionnelle. La méthode MinXEnt utilise la version bidimensionnelle de la même mesure.

Là se trouvent donc les assises épistémologiques de la méthode : la minimisation de l'entropie croisée est très rigoureusement la minimisation de l'information « injectée » dans la distribution a priori par le processus d'ajustement aux contraintes. Cette méthode est donc bel et bien la traduction opérationnelle du principe de la neutralité scientifique. Et, dans l'esprit de l'approche

38. On aura minimalement A et $\sim A$.

bayésienne, les probabilités a priori sont révisées, mais en s'en éloignant le moins possible, à la lumière de l'information nouvelle (les contraintes).

A5.2 Généralisation de la méthode par Junius et Oosterhaven (2003)

L'application de la méthode MinXEnt à l'ajustement des RNEI pose cependant un problème de taille : pour certaines industries dans certaines régions, la valeur des RNEI selon les données fiscales de Revenu Québec est négative, ce qui est économiquement possible, bien sûr. Mais la présence de valeurs négatives n'est pas compatible avec la méthode MinXEnt, où la matrice à ajuster est interprétée comme une distribution et transformée en tableau de probabilités, lesquelles ne peuvent pas être négatives.

Junius et Oosterhaven (2003) proposent une approche qui permet d'appliquer le principe de minimisation de l'entropie croisée en dépit de la présence de données négatives. Essentiellement, cette approche consiste à considérer la matrice initiale comme le produit terme à terme de deux matrices :

- la matrice des signes (positifs ou négatifs) des données;
- la matrice des valeurs absolues des sommes.

La première matrice est traitée comme de l'information intangible (certaine), tandis que la seconde joue le rôle de matrice a priori et se prête directement à l'application du principe de minimisation de l'entropie croisée (ou minimisation de l'apport d'information ou, dans le langage de Junius et Oosterhaven, de minimisation de la *perte* d'information : apport ou perte, il s'agit d'une distance entre l'information a priori et l'information a posteriori).

Les auteurs proposent une reformulation de la fonction objectif dont les arguments sont les rapports des nouvelles valeurs sur les anciennes. Ils décrivent aussi une procédure itérative similaire à la procédure RAS, qu'ils appellent GRAS. Mais cette procédure itérative n'a pas été retenue ici : nous avons plutôt choisi de résoudre directement le problème d'optimisation, au moyen d'un programme GAMS.

Le problème d'optimisation formulé par Junius et Oosterhaven, transposé à l'ajustement des RNEI par industrie et par région, est donc le suivant :

$$\begin{aligned} & \text{MIN} \sum_i \sum_j |a_{ij}| z_{ij} \ln z_{ij} \\ \text{s.c. } & \sum_j a_{ij} z_{ij} = u_i \text{ et } \sum_i a_{ij} z_{ij} = v_j \end{aligned}$$

où :

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{a_{ij}} ;$$

x_{ij} est le montant ajusté (a posteriori) des RNEI de l'industrie i dans la région j ;

a_{ij} est le montant a priori des RNEI de l'industrie i dans la région j selon les données fiscales de Revenu Québec;

u_i est le total des RNEI de l'industrie i dans l'ensemble des régions selon les Comptes économiques;

v_j est le montant total des RNEI de l'ensemble des industries dans la région j selon les données de Revenu Québec, une fois celles-ci calées sur le grand total des RNEI selon les Comptes économiques.

A5.3 Application de la méthode de Junius et Oosterhaven (2003) à l'ajustement des RNEI

En plus du problème des valeurs négatives, résolu par l'approche de Junius et Oosterhaven (2003), nous avons vu qu'il y avait des lacunes dans les données fiscales de Revenu Québec. En effet, tandis que, en 1997 par exemple, la région de résidence est connue quant à 90 % des contribuables ayant déclaré des RPA (93 % de la valeur totale des RPA déclarés), on ne connaît à la fois la région de résidence et le code d'activité que pour 41 % des contribuables ayant des RPA (41 % de la valeur totale des RPA déclarés). Si nous n'utilisions que les données complètes, nous nous priverions de toute l'information contenue dans les 49 % des déclarations pour lesquelles on connaît la région de résidence, mais pas le code d'activité.

Pour tirer pleinement parti de toute l'information contenue dans les données fiscales de Revenu Québec sur les RNEI, nous avons décidé d'utiliser ces données de manière hiérarchique, selon leur degré de fiabilité. Nous avons établi la hiérarchie suivante (les pourcentages cités se rapportent à l'année 1997) :

1. Les montants des RNEI par industrie selon les Comptes économiques sont considérés comme les plus fiables³⁹.
2. Au deuxième rang vient la répartition entre régions de production du total des RNEI compilés par Revenu Québec à partir de 90 % des contribuables ayant des RPA.

39. Le cas échéant, il peut s'agir des données du PIB par industrie, ventilées entre les composantes de la VA selon le plus récent TES.

3. Au dernier rang se trouvent les répartitions entre régions de production des RNEI par industrie compilés par Revenu Québec à partir des 41 % des contribuables ayant des RPA pour lesquels on connaît à la fois la région de résidence et le code d'activité.

La hiérarchie établie, on procède à l'ajustement proprement dit, en tenant compte toutefois du fait que l'ajustement ne porte pas sur les chiffres relatifs aux industries particulières (construction et loyers imputés des propriétaires occupants).

La procédure d'ajustement proprement dite comporte trois étapes :

1. Le total (la somme sur les industries) des RNEI des Comptes économiques est réparti entre les régions au prorata des RNEI par région obtenus à partir des données fiscales de Revenu Québec pour l'ensemble des industries. Les données de deuxième rang sont ainsi calées sur les données de premier rang. Ensuite, on retranche les RNEI des industries particulières⁴⁰ du total des RNEI par région et du total des RNEI pour l'ensemble des régions selon les Comptes économiques, puisque l'ajustement ne porte que sur les autres industries. Cela fait, on supprime, dans la matrice des RNEI par industrie et par région, les lignes qui correspondent aux industries particulières.
2. De même, les RNEI par industrie des Comptes économiques sont répartis entre les régions selon les données fiscales de Revenu Québec par industrie et par région. Les données de troisième rang sont ainsi calées elles aussi sur les données de premier rang. La matrice des RNEI par industrie et par région qui en résulte est donc construite selon la même procédure que celle des salaires par industrie et par région décrite en 4.1. À cette étape cependant, la somme des RNEI par industrie d'une région n'est pas égale au total des RNEI de la région calculé à l'étape précédente.
3. Les données de premier et de deuxième rang (les totaux par industrie et par région) jouent ensuite le rôle de contraintes qui encadrent l'ajustement des données de troisième rang : les RNEI par industrie et par région sont ajustés de manière à ce que ces contraintes de totaux marginaux soient respectées, tout en s'éloignant le moins possible de leur structure initiale (la structure « initiale » désigne ici la structure telle qu'elle a été établie à la fin de l'étape 2).

Ce critère s'interprète comme la minimisation de l'information nouvelle que le processus d'ajustement impose aux données originales. C'est pourquoi, au lieu de « minimisation de l'entropie croisée », on parlera plutôt de minimisation de l'apport d'information.

40. Il s'agit bien des RNEI des industries particulières qui résultent de l'application des allocateurs propres à ces industries (voir 4.4). Il ne s'agit pas des RNEI de ces industries provenant des données fiscales de Revenu Québec.

Notons que la deuxième étape, celle qui consiste à caler les données de troisième rang sur les données des Comptes économiques, n'est pas indispensable à l'application de la méthode MinXEnt. Cependant, cette procédure de calage établit un parallèle avec la façon de traiter les données sur les salaires : avant de procéder à l'ajustement, on applique aux données sur les RNEI le même traitement qu'aux données sur les salaires. On obtient ainsi une matrice a priori plus vraisemblable. Il faut cependant savoir que la procédure de calage n'est pas sans influencer les résultats. En effet, elle consiste à modifier les a_{ij} , c'est-à-dire les valeurs a priori des RNEI par industrie et par région. Or, la procédure MinXEnt minimise la distance *par rapport à cette structure-là*, plutôt que par rapport à la structure par industrie et par région des données fiscales originales de Revenu Québec. Le résultat de l'ajustement est donc différent de ce qu'il aurait été si l'on avait retenu comme valeurs a priori les données fiscales originales de Revenu Québec.

A5.4 Comparaison avec le critère des moindres carrés

Avant d'emprunter la voie proposée par Junius et Oosterhaven, nous avons essayé d'ajuster les données selon l'approche de la minimisation de la somme des carrés des écarts entre les valeurs a priori et les valeurs a posteriori. Ce critère a été appliqué initialement parce qu'il s'accommode d'emblée de données négatives.

La fonction objectif inscrite dans cette version du programme était le critère des moindres carrés :

$$\sum_i \sum_j (x_{ij} - x_{ij}^*)^2$$

Évidemment, les deux approches respectent les données des Comptes économiques, et la répartition interrégionale globale à laquelle elles conduisent est conforme à la répartition de l'ensemble des RNEI de Revenu Québec (y compris ceux dont l'industrie est indéterminée).

Mais, avec la méthode MinXEnt généralisée de Junius et Oosterhaven, les déviations par rapport aux données initiales semblent lissées comme on s'y attendrait avec le critère de la minimisation de l'entropie croisée. La comparaison avec les résultats de l'application du critère des moindres carrés fait ressortir le caractère radical de ce dernier : en ce qui concerne plusieurs industries dans plusieurs régions, le montant estimé des RNEI est nul. Il est vrai, cependant, que les ajustements seraient moins violents si l'on appliquait le critère des moindres carrés aux déviations *relatives*. Cela n'a pas été fait, puisque le critère de minimisation de

l'apport de l'information repose sur des fondements épistémologiques qui font défaut aux moindres carrés.

Références

- GOLAN, Amos, George JUDGE et Douglas MILLER (1996). *Maximum Entropy Econometrics. Robust Estimation with Limited Data*, John Wiley & Sons.
- JAYNES, E. T. (1957). « Information Theory and Statistical Mechanics », *Physical Review*, vol. 106 : 620-630; vol. 108 : 171-190.
- JUNIUS, Theo, et Jan OOSTERHAVEN (2003). « The Solution of Updating or Regionalizing A Matrix with Both Positive and Negative Entries », *Economic Systems Research*, vol. 15, n° 1, mars, 87-96.
- KAPUR, J. N., et H. K. KESAVAN (1992). *Entropy Optimization Principles with Applications*, San Diego (CA), Academic Press, 405 p.
- THEIL, H. (1967). *Economics and Information Theory*, Chicago, Rand McNally & Company, « Studies in mathematical and managerial economics », n° 7, 488 p.

ANNEXE 6 : MODALITÉS DE RÉPARTITION DES VALEURS DE DÉBARQUEMENT DES PÊCHES MARITIMES DE PÊCHES ET OCÉANS CANADA ENTRE LES RÉGIONS ADMINISTRATIVES DU QUÉBEC

Pêches et Océans Canada répartit les statistiques de débarquement du secteur de la pêche maritime au Québec selon quatre régions : Côte-Nord, Îles-de-la-Madeleine, Gaspésie et Saint-Laurent. Cependant, ces régions ne correspondent pas aux régions administratives du Québec. Aux fins du calcul du PIB des régions administratives du Québec, il a fallu établir des modalités de répartition des régions de Pêches et Océans Canada selon les régions administratives (RA) québécoises.

1. La région Côte-Nord : Cette région ne pose pas de problème, puisqu'elle correspond intégralement à la région administrative Côte-Nord (09).
2. La région Îles-de-la-Madeleine : Cette région ne pose pas de problème non plus, puisqu'elle doit être intégrée en totalité à la région administrative Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (11).
3. La région Gaspésie : Cette région se situe en majeure partie dans la région administrative Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (11), mais également en partie dans la région administrative Bas-Saint-Laurent (02). Il faut donc établir un critère de répartition des valeurs de débarquement de cette région de Pêches et Océans Canada entre les deux régions administratives québécoises en question⁴¹.

La région Gaspésie se subdivise, selon Pêches et Océans Canada, en quatre sous-secteurs pour lesquels les valeurs de débarquement sont connues : Gaspé-Nord, Gaspé-Est, Gaspé-Sud et Baie-des-Chaleurs. Les trois derniers sous-secteurs sont entièrement dans la région administrative Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (11), et seul le sous-secteur Gaspé-Nord doit être réparti entre la région administrative Bas-Saint-Laurent (02) et la région administrative Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (11). Le secteur Gaspé-Nord reçoit une part connue des valeurs débarquées de la région Gaspésie, soit environ 20 %. Il s'étend du Bic, dans la région administrative du Bas-Saint-

41. Dans l'avenir, on peut espérer obtenir des données de Pêches et Océans Canada par port de débarquement, ce qui permettrait un partage exact.

Laurent (02) à Sainte-Madeleine-de-la-Rivière-Madeleine dans la région administrative de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (11). Selon la carte des sous-régions, ce secteur semble se répartir moitié-moitié entre les deux régions administratives.

4. La région Saint-Laurent : Cette région affiche des statistiques de débarquement marginales (1 % des valeurs) par rapport aux autres régions définies par Pêches et Océans Canada. Elle s'étend quand même sur deux régions administratives québécoises, ce qui nous oblige à établir un critère de répartition.

Selon la description de Pêches et Océans Canada, elle se subdivise en une partie de la Rive-Nord, qui va d'un point bien à l'est de la ville de Québec jusqu'à Tadoussac, qui se trouve donc intégralement dans la région administrative de la Capitale-Nationale (03), et une partie Rive-Sud, qui va de Montmagny-L'Islet jusqu'à Cap-à-l'Orignal (Le Bic), qui se trouve donc intégralement dans la région administrative du Bas-Saint-Laurent (02). Les deux parties présentent des étendues assez semblables.

Tenant compte de l'information qui précède, nous avons décidé d'établir les correspondances suivantes entre les régions administratives québécoises et les régions de débarquement de Pêches et Océans Canada (POC) :

1) région administrative de la Côte-Nord (10) = Côte-Nord (POC)

2) région administrative de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine =

$$\text{Îles-de-la-Madeleine (POC) + Gaspésie (POC) - 50 \% * GN_t * Gaspésie (POC)}$$

où GN_t = la part en pourcentage du secteur Gaspé-Nord par rapport aux valeurs totales de débarquement en Gaspésie (POC) à l'année t

3) région administrative Bas-Saint-Laurent = 50 % * GN_t * Gaspésie (POC) + 50 % Saint-Laurent (POC)

4) région administrative de la Capitale-Nationale = 50 % Saint-Laurent (POC)

Source : *Les pêches maritimes du Québec. Revue statistique annuelle*, de 1996-1997 à 2002-2003, Pêches et Océans Canada.

Pour les prochains calculs, nous disposerons de données plus détaillées, de sorte que la répartition des débarquements de Gaspé-Nord entre les régions administratives du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine ainsi que la répartition de Saint-Laurent (POC) entre les régions administratives de la Capitale-Nationale et du Bas-Saint-Laurent pourront être effectuées avec exactitude plutôt que par une estimation de 50 % (même si l'hypothèse du 50 % s'est révélée assez fidèle à la réalité).

« L'Institut a pour mission de fournir des informations statistiques qui soient fiables et objectives sur la situation du Québec quant à tous les aspects de la société québécoise pour lesquels de telles informations sont pertinentes. L'Institut constitue le lieu privilégié de production et de diffusion de l'information statistique pour les ministères et organismes du gouvernement, sauf à l'égard d'une telle information que ceux-ci produisent à des fins administratives. Il est le responsable de la réalisation de toutes les enquêtes statistiques d'intérêt général. »

*Loi sur l'Institut de la statistique du Québec (L.R.Q., c. I-13.011)
adoptée par l'Assemblée nationale du Québec le 19 juin 1998.*

**Institut
de la statistique**

Québec

