

**Évolution des tableaux canadiens d'entrées-sorties
de 1961 à ce jour**

**Kishori Lal
Directeur général
Direction du Système de comptabilité nationale
Statistique Canada
Tél.: (613) 951-9157
Courriel : lalkish@statcan.ca**

April 2001

Évolution des tableaux canadiens d'entrées-sorties de 1961 à ce jour

Kishori Lal, Statistique Canada

Introduction

Les travaux à l'égard des tableaux d'entrées-sorties (E-S) au Canada ont commencé au début des années 1960 avec une petite équipe de recherche de six à sept personnes sous la direction du gentil, compétent et visionnaire Terry Gigantes, un pionnier dans le domaine de l'analyse des entrées-sorties. Dès le départ, il a été décidé que les tableaux d'E-S devaient jouer plusieurs rôles et fournir : a) un outil de vérification et de gestion visant à améliorer les statistiques économiques quant à leur cohérence, exactitude et intégralité; b) des points de repère pour le produit intérieur brut (PIB), son volet des revenus et ses composantes, son volet des dépenses et ses composantes, et les estimations du PIB par industrie, en prix courants et en prix constants, c) un cadre conceptuel pour l'analyse structurelle. À peu près en même temps, on élaborait le Système international de comptabilité nationale de 1968, sous la direction du professeur Richard Stone de la Cambridge University en Angleterre. Ce système comprenait un cadre d'entrées-sorties à la base des comptes de production du SCN. Le cadre canadien d'E-S s'est avéré très similaire à celui conçu dans le Système de comptabilité nationale (SCN) de 1968. Les premiers tableaux canadiens d'entrées-sorties (les matrices d'utilisation et de production), classés selon les industries et les produits, ont été publiés en même temps que le manuel du Système international de comptabilité nationale de 1968.

Compte tenu des rôles attribués aux tableaux d'E-S, il est apparu évident que ceux-ci devaient également refléter les renseignements sur les industries qui figurent dans les registres des établissements producteurs. En réalité, les établissements produisent à la fois des produits principaux et des produits secondaires. Il a donc été décidé que les produits primaires et les produits secondaires seraient retracés dans la matrice de production. Il s'agit là d'une innovation et, à notre avis, d'un tournant bien important, car il n'était plus nécessaire d'aller chercher les entrées et les sorties des produits secondaires qui figuraient dans les enregistrements des industries dans le cadre des E-S. De plus, il y a dans l'économie beaucoup plus de produits que d'industries. Ainsi,

pour traduire cette réalité simplement, les tableaux d'E-S devaient être rectangulaires plutôt que carrés; autrement dit, ils devaient compter un plus grand nombre de produits (biens et services) que d'industries. Voilà un autre aspect innovateur des tableaux canadiens qui s'apparente au dynamisme du SCN de 1968 et qui s'approche le plus de la réalité. En présentant des sorties de produits très détaillées pour chaque industrie, nous avons toutefois accru considérablement le nombre de produits considérés confidentiels en vertu de la *Loi sur la statistique* du Canada. Nous avons par conséquent décidé d'établir une sous-section distincte au sein de la Division des E-S chargée d'élaborer des modèles d'entrées-sorties en fonction de nos propres paramètres, de même qu'en fonction de ceux fournis par des utilisateurs de l'extérieur, nous permettant de faire des simulations à partir de données confidentielles. Les utilisateurs obtenaient des résultats utiles, tandis que nous à Statistique Canada nous protégeons les données confidentielles. Pour que les tableaux d'E-S deviennent des points de repère pour d'autres séries du SCN, il a fallu adopter les conventions du SCN sur les prix, les secteurs, les classifications, etc. Ces premières décisions nous ont été bien utiles et sont toujours en vigueur.

Bref historique

L'évolution des tableaux annuels d'entrées-sorties au Canada s'est faite en quatre phases, pas tout à fait dissociables. Nous ne produisons pas encore de tableaux infra-annuels. Les tableaux annuels sont les suivants : tableaux nationaux d'E-S en prix courants, tableaux nationaux d'E-S en prix constants, tableaux provinciaux d'E-S en prix courants et tableaux expérimentaux d'E-S obtenus par projection. Statistique Canada a commencé à établir des tableaux nationaux d'E-S annuels pour l'année 1961 au début des années 1960, tableaux qu'il a terminé en 1968. Peu après, des fonds ont été fournis pour produire des tableaux d'E-S annuels en prix courants. En commençant avec l'année de référence 1961, 37 tableaux nationaux d'E-S annuels en prix courants ont été établis, les derniers pour l'année 1997.

Au début des années 1970, des fonds ont été obtenus pour produire des tableaux d'E-S en prix constants. À ce jour, les tableaux suivants ont été établis : des tableaux annuels pour 1961 à 1971 aux prix de référence de 1961; des tableaux pour 1971 à 1981, aux prix de 1971; des tableaux pour 1981 à 1986, aux prix de 1981; des tableaux pour 1986 à 1992, aux prix de 1986 et des tableaux pour 1992 à ce jour, aux prix de 1992. Nous ne prévoyons pas produire de tableaux en prix constants pour l'ensemble

de la période depuis 1961 à un prix de référence. Nous calculons, à partir des tableaux précédents, la valeur ajoutée en prix constants par industrie, en utilisant notre méthode préférée, soit la déflation double. Ces séries de valeur ajoutée par industrie sont par la suite enchaînées ou liées, tout en conservant les taux de croissance produits durant les périodes respectives. Par conséquent, le taux de croissance de la valeur ajoutée par industrie pour la période de 1961 à 1971 demeure le même, peu importe l'année que nous choisissons pour exprimer les valeurs monétaires pour l'ensemble de la période depuis 1961. Le SCN de 1993 recommande fortement de déterminer les taux de croissance du PIB, de ses composantes, ou par industrie, au moyen d'indices en chaîne.

Nous avons produit à l'occasion quatre tableaux provinciaux d'E-S — il y a 10 provinces et depuis avril 1999, trois territoires (auparavant deux territoires) au Canada — pour les années 1974, 1979, 1984 et 1990. En plus des matrices de production, d'utilisation et de demande finale, nous avons également produit des flux commerciaux interprovinciaux. Ces tableaux n'ont pas servi de points de repère pour les séries provinciales du SCN; ils n'ont servi principalement qu'aux modèles provinciaux d'E-S, surtout financés par les utilisateurs de l'extérieur selon des frais recouvrables. Le programme, à partir de l'année de référence 1997, est maintenant financé pour produire des tableaux provinciaux annuels qui joueront les mêmes rôles que les tableaux nationaux d'E-S. De plus, le gouvernement du Canada et trois provinces participantes répartiront la taxe sur les produits et services selon les tableaux provinciaux d'E-S à partir de 1997. Cette taxe au Canada ressemble beaucoup à la taxe sur la valeur ajoutée en Europe. Les derniers tableaux provinciaux d'E-S, qui ressemblent aux tableaux prévus pour les années 1997 et suivantes, ont été terminés pour l'exercice 1996 en novembre 1999. Les tableaux pour 1997 ont été diffusés en novembre 2000. Tous les mois de novembre subséquents, s'ajouteront des tableaux provinciaux d'E-S pour un autre exercice.

Les tableaux complets d'entrées-sorties à l'échelle nationale sont produits 28 mois après l'année de référence. Durant cette période de 28 mois, les séries canadiennes du SCN, tous les trimestres et tous les mois, continuent d'être produites, mais leur rapprochement avec les tableaux d'E-S entièrement calibrés et les flux de produits ne peut se faire qu'une fois les tableaux d'E-S terminés. Devrions-nous prévoir des tableaux nationaux d'E-S pour la période courante qui augmentent l'exactitude et la cohérence des séries du SCN de la période courante? Pour répondre à la question,

nous avons tenté ces dernières années de projeter des tableaux nationaux d'E-S, à titre expérimental, pour la période courante. Pour des raisons de nécessité, nous n'avons pu utiliser que des renseignements partiels, faute de données complètes pour l'instant. En commençant par les derniers tableaux d'E-S entièrement calibrés, nous pouvons utiliser des données comme les données d'actualité sur les expéditions, les ventes et l'emploi, ainsi que de nombreuses autres séries qui servent habituellement à produire les séries du SCN pour la période courante. Soulignons qu'au Canada, nous produisons un ensemble complet de comptes des revenus et des dépenses tous les ans et tous les trimestres, de même qu'un PIB mensuel pour tous les secteurs économiques en prix constants par industrie. Ce programme est à l'essai et aucun financement n'a encore été demandé.

Calendrier d'achèvement

Les installations informatiques de Statistique Canada étaient relativement limitées dans les années 1960. Par conséquent, nous avons mis environ six ans à établir les premiers tableaux d'E-S pour 1961. Les dimensions tant pour les industries que pour les produits ont augmenté depuis les années 1960, mais l'intervalle entre l'année de référence et l'année d'achèvement a considérablement diminué. Aujourd'hui, les tableaux nationaux d'E-S en prix courants sont prêts 28 mois après l'année de référence; les tableaux d'E-S en prix constants, le sont 32 mois après l'année de référence; et les tableaux provinciaux d'E-S annuels, 34 mois après l'année de référence. Il s'agit là d'un ensemble complet de tableaux qui tient compte entièrement des flux de produits : 680 biens et services, 250 industries et 140 catégories de demande finale. Nous avons commencé avec une équipe de six à sept personnes dans les années 1960, équipe qui comprend maintenant plus de 50 personnes, y compris une demi-douzaine d'informaticiens.

Environnement informatique

Les premières tentatives de programmation pour les tableaux de 1961 ont été effectuées avec MATOP, un progiciel sur ordinateur central. MATOP était un langage apparenté à un chiffrier rigide dans lequel les variables ne pouvaient être appelées par leur nom et les dimensions d'une matrice étaient passablement limitées. La première série inversée a été calculée pour les tableaux de 1961 au moyen d'un programme Fortran, qui prenait beaucoup plus de temps à calculer les séries inversées que les

ordinateurs d'aujourd'hui.

Au cours des années 1970, nous avons passé des contrats de calcul avec des entreprises externes (Computel, Systems Dimensions Limited (SDL) et Canada Systems Group (CSG)). Dans le cas du premier contrat, il fallait se rendre au bureau de Computel pour soumettre les programmes; tous les programmes, le langage de contrôle de travaux (JCL - Job Control Language) et les données étaient sur des cartes perforées. Tous les travaux à soumettre à l'ordinateur central de Statistique Canada devaient être présentés à l'aire de présentation des travaux sur ordinateur principal de Statistique Canada et les copies imprimées étaient prêtes 24 heures plus tard. La division disposait de plusieurs machines à cartes perforées dont les employés se servaient pour leurs programmes. Puis le Bureau a obtenu un terminal à clavier IBM 2741, à partir duquel nous pouvions soumettre les travaux et obtenir les copies imprimées. Plus tard, Statistique Canada avait accès à l'ordinateur de CSG au moyen d'une imprimante lecteur de cartes REMCOM. À la fin des années 1970, la division a obtenu un ordinateur PDP 11/34, de même que des terminaux et une imprimante ligne par ligne. Ainsi, nous pouvions créer et conserver les programmes en direct, puis les présenter sous forme d'images de carte à l'ordinateur central de Statistique Canada ou à l'ordinateur central de CSG; les résultats des travaux étaient imprimés sur l'imprimante ligne par ligne. Par conséquent, les machines à cartes perforées et les lecteurs de cartes sont devenus désuets.

Les premières versions du logiciel matriciel interne (FINDEM et UTILE) ont été conçues au début des années 1970 dans le but de créer les matrices des entrées, des sorties et de la demande finale pour une année. La matrice des entrées renfermait des valeurs au prix d'achat, les marges (il y a sept marges : transport, pipeline, distribution du gaz, entreposage, commerce de gros, commerce de détail et taxes sur les produits) et les valeurs à la production de tous les produits dans le système. C'est à ce moment-là également que nous avons procédé aux premières simulations limitées. La plupart des calculs visant à établir les tableaux ont été effectués sur des feuilles de programmation, au moyen de calculatrices. Pour obtenir des données des autres divisions, les employés devaient aller dans les divisions et copier l'information sur des feuilles de programmation. Le premier calibrage des industries et des produits aux prix d'achat a été effectuée sur des cartes. Les programmes généraux de présentation des travaux ont été élaborés pour permettre aux analystes d'effectuer des calculs au moyen du logiciel matriciel interne, sans avoir à connaître le langage de contrôle de travaux

(JCL). FINDEM était un programme Fortran qui effectuait des opérations matricielles rudimentaires à l'égard d'un nombre restreint de variables. UTILE, une extension de FINDEM, était la première tentative d'introduction des opérations dans des matrices creuses; le nombre d'opérations matricielles était limité, de même que la taille des matrices.

Le successeur de FINDEM et d'UTILE a été MOP (Matrix Operations Package), qui effectuait une vaste gamme d'opérations matricielles dans les matrices creuses. Il s'agissait là de la première tentative d'intégrer un répertoire à accès sélectif renfermant les caractéristiques des matrices qui permettent de repérer les erreurs, ce qui éliminait la nécessité d'énoncés de définition pour chaque variable nommée. Parmi les opérations matricielles que nous pouvions effectuer, mentionnons l'addition, la soustraction, la multiplication, les produits intérieurs, la transposition, la normalisation, l'impression et les agrégations. Le programme pouvait calculer les matrices inverses, et les tableaux d'impact et de multiplicateurs. Pour exécuter ces programmes, il fallait le langage de contrôle de travaux (JCL).

En 1984, les calculs de la Division des entrées-sorties se faisaient au moyen d'un calculateur numérique intermédiaire interne VAX 780 (plus tard un VAX 8600), auquel d'autres divisions de Statistique Canada avaient également accès. En 1990, la division a acquis son propre calculateur numérique VAX 3900, qui a été remplacé par la suite par un VAX 4200. Les employés avaient accès à ces ordinateurs au moyen de terminaux comprenant une grosse imprimante ligne par ligne pour les impressions. Il s'agissait là de progrès importants en matière de calculs pour la division, puisque les employés pouvaient accéder directement au logiciel matriciel et ainsi obtenir des résultats instantanés à l'écran. Avec ces ordinateurs, les employés ont eu accès pour la première fois à des chiffriers électroniques, soient 20/20 et Lotus, de même qu'au traitement de texte WordPerfect. Des interfaces ont été conçues pour transférer les données du logiciel matriciel au chiffrier. En 1994, la division a acquis un calculateur numérique ALPHA 3000-600 S (puis un ALPHA 4100), des ordinateurs personnels branchés à ALPHA au moyen d'un réseau local (Digital Pathworks), les logiciels Lotus et WordPerfect, puis Microsoft Excel, Microsoft Word et des imprimantes au laser. Ces ordinateurs fonctionnent 24 heures sur 24, sept jours par semaine. L'acquisition de chaque nouvel ordinateur a entraîné une augmentation marquée de la rapidité de traitement, de la mémoire d'ordinateur et de la mémoire à disques. La vitesse de traitement du 4100 est 10 fois plus élevée que celle de l'ordinateur 300-600 S. Ces

ordinateurs peuvent à l'heure actuelle accueillir au-delà de 50 utilisateurs sans que cela n'ait d'incidence sur la rapidité de traitement.

En passant aux calculateurs numériques VAX, un nouveau progiciel matriciel interactif, TERF (Terminal Entry Review Facility) a été conçu. Il s'agit d'un langage entièrement interactif et interprétatif qui permet de multiples dimensions, des opérations matricielles creuses, l'itération, des variables valorisées à l'exécution pour l'indexation, la détection d'erreurs et l'héritage de caractéristiques pour les variables résultantes. En outre, on a conçu des programmes de confidentialité qui permettent d'effectuer des vérifications de confidentialité sur les données pour les niveaux d'agrégation types, de même que pour les agrégations spéciales demandées par les clients. Des programmes spéciaux ont été élaborés pour le transfert des données publiées à la base de données CANSIM de l'ordinateur central de Statistique Canada. Le programme TERF est constamment peaufiné et amélioré en fonction des besoins courants en traitement de données. Au départ, le logiciel matriciel était limité à deux dimensions (industries et produits), puis est passé à trois dimensions (années, industries et produits) et, maintenant, à quatre dimensions (années, provinces, industries et produits).

Jusqu'au milieu des années 1990, la mise à jour et le calibrage des industries et des produits aux prix d'achat étaient effectuées au moyen de sorties imprimées et de mises à jour manuscrites. Les analystes obtenaient des résultats imprimés des industries et des produits sur lesquelles ils inscrivaient les changements. Dans les années 1970, les mises à jour étaient perforées sur des cartes avant d'être entrées dans des fichiers principaux. Dans les années 1980 et au début des années 1990, nous entrions les changements au moyen d'un programme de mise à jour des entrées à l'écran par le biais de terminaux; cela prenait beaucoup de temps puisque toutes les mises à jour étaient corrigées avant d'être entrées dans les fichiers principaux. Pour les tableaux de 1993-1995, les employés des systèmes divisionnaires ont conçu une interface GUI à multiples utilisateurs pour la mise à jour et la mise en équilibre des industries et des produits pour les tableaux nationaux, au moyen de Visual Basic. Ce programme permet d'accéder directement et instantanément aux fichiers principaux pour ce qui est des entrées, des sorties et de la demande finale, de même qu'aux marges et aux flux commerciaux interprovinciaux. De plus, l'utilisateur peut entrer les mises à jour et voir immédiatement si l'industrie ou le produit est calibré. Le progiciel renferme également des outils analytiques. Les mises à jour peuvent être effectuées en quelques minutes puis enregistrées dans les fichiers principaux, plusieurs fois par jour. Pour les tableaux

définitifs de 1995 et les tableaux provisoires de 1996, le programme de mise à jour et de calibrage a été élargi de façon à inclure la dimension provinciale pour 1996. Pour les tableaux de 1996-1997, le progiciel s'est adapté au traitement de deux années de données nationales et provinciales.

La Division des entrées-sorties recueille et traite des quantités considérables de données provenant de nombreuses sources, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de Statistique Canada. La plupart des données sont disponibles électroniquement, sous plusieurs formats, et sont transférées à l'ordinateur divisionnaire et enregistrées dans une matrice ou un chiffrier. Au milieu des années 1970, les données annuelles du recensement annuel sur les manufactures étaient copiées sous forme de matrices et enregistrées dans l'ordinateur divisionnaire aux fins de traitement par les analystes. Il s'agissait là des premières données mécanisées dont disposaient les analystes. Une seule dimension de la matrice renferme aujourd'hui environ 50 000 établissements pour une seule année.

Au fil des ans, les niveaux de travail pour les industries et les produits ont augmenté. Par exemple, le nombre de niveaux de travail qui s'appliquent aux industries est passé de 191 à 216 au niveau courant de 243; cela augmentera davantage avec la mise en œuvre du SCIAN (Système de classification des industries de l'Amérique du Nord) pour les tableaux d'E-S de 1997 et des années suivantes. Le nombre de produits au niveau de travail a augmenté, passant de 602 à 627, puis au niveau actuel de 679, et continuera de s'accroître compte tenu de la mise en œuvre du SCIAN. Les matrices d'E-S ont changé, passant de matrices s'appliquant à une seule année à des séries chronologiques, puis à des séries chronologiques comprenant une dimension provinciale. Le premier logiciel matriciel interne ne comprenait qu'une poignée de matrices dont le nombre de lignes ou de colonnes excédait 1 000 éléments. Maintenant, il y a des matrices qui comprennent environ un million d'éléments dans une seule dimension. Les données sur le commerce international sont traitées selon le Système harmonisé (SH) des produits (plus de 21 000) et mises en concordance avec le niveau de travail d'E-S des produits.

Le modèle d'entrées-sorties à l'échelle nationale a d'abord été conçu au début des années 1970 sur des cartes au moyen du logiciel FINDEM. Les premières versions du modèle national s'appuyaient sur la méthode de l'inversion, qui a été remplacée par la méthode itérative. Le modèle interprovincial a d'abord été conçu pour les données

provinciales de 1966, là encore au moyen de cartes et du logiciel FINDEM. Pour les deux modèles, les calculs se font au niveau de la feuille de programmation, et les résultats sont agrégés au niveau requis par le client. Un GUI frontal a été conçu pour le modèle national; les calculs sont effectués par le programme TERF et les résultats sont disponibles en quelques secondes, dans un chiffrier ou sur une copie imprimée.

L'environnement de publication a également changé considérablement au fil des ans. Par exemple, pour les tableaux de 1961, Computel utilisait MATOP, les données étaient sur des cartes et les copies imprimées étaient publiées. Plus tard, le texte était tapé séparément, et les données devaient être formatées spécialement pour être publiées par des entreprises de l'extérieur. Maintenant, grâce à un logiciel d'édition électronique, les employés de la Division des entrées-sorties peuvent préparer l'ensemble de la publication, et les données peuvent être établies et transférées en Excel, puis dans un logiciel d'édition électronique.

Intégration

Les estimations du PIB en prix courants de même que les détails sous-jacents, comme le revenu du travail, le revenu mixte, les impôts et les subventions à l'égard des produits et autres excédents, sont identiques dans les tableaux d'E-S et dans les autres séries du SCN produites à Statistique Canada. De même, le PIB en termes de dépenses et les détails sous-jacents, comme les dépenses des ménages, les dépenses des gouvernements, la formation brute de capital fixe, les exportations et les importations sont identiques dans tout le SCN canadien. De plus, la classification des catégories de demande finale, disons pour les ménages (il existe plus de 40 catégories selon la nomenclature des fonctions de la consommation individuelle (COICOP) est identique. Ainsi, les utilisateurs peuvent passer d'un ensemble de statistiques à l'autre. Comme il a été souligné ci-dessus, Statistique Canada a d'entrée de jeu accordé une très grande importance à cet aspect.

Conclusion

Le programme d'E-S au Canada diffère considérablement aujourd'hui de celui qui a vu le jour dans les années 1960. Sa rapidité de traitement a augmenté même si les dimensions de l'espace réservé aux industries et de l'espace réservé aux produits se sont élargies. Sa couverture comporte maintenant de nombreuses composantes,

passant d'un tableau national à 12 tableaux provinciaux/territoriaux. Nous sommes fiers des tableaux annuels que le programme a établi depuis 1961, exploit statistique dans le monde. Sa version en prix constants fournit un excellent cadre conceptuel pour l'analyse structurelle. Nous n'aurions pas pu y parvenir sans avoir accès à des moyens de traitement toujours plus puissants. Ces merveilleux progrès ont été possibles grâce à l'importance que nous avons accordée dès le départ au rôle des tableaux d'E-S dans le cadre conceptuel des statistiques en matière de production économique au sein du programme du SCN canadien. Nous avons su acquérir et conserver un personnel dévoué et professionnel, sans lequel de tels progrès n'auraient pu être possible.

Nota :

Je voudrais remercier de nombreux collègues du Système de comptabilité nationale de Statistique Canada, en particulier Yusuf Siddiqi et Abe Tarasofsky, pour leurs commentaires et leurs suggestions très utiles au cours de la préparation du présent document. Je remercie spécialement Marilyn Constantineau de la Division des entrées-sorties qui a participé à l'élaboration de la section sur l'environnement informatique du présent document. Une version préliminaire de ce document a été présentée à la réunion du "*International Input-Output Association*", à Macerata, Italie, en août 2000.