

Cadre de mesure des exportations à valeur ajoutée

Ziad Ghanem et Lyming Huang

Division des comptes des industries

Le 3 juillet 2014

1. Introduction

La mondialisation a entraîné une augmentation des échanges commerciaux bruts. Bien que cette augmentation constitue une mesure importante de l'interdépendance des économies, il est difficile d'établir un lien entre cette augmentation et la valeur ajoutée nationale. Pour combler cette importante lacune analytique, Statistique Canada publie une base de données sur les exportations à valeur ajoutée qui fournit un ensemble de mesures analytiques du commerce complétant les statistiques de base sur les exportations et importations brutes de biens et services.

La base de données sur les exportations à valeur ajoutée présente les exportations et importations des industries, ainsi que les impacts directs et indirects de la production destinée à l'exportation de chaque industrie sur la valeur ajoutée totale¹, les emplois et les importations. Ces estimations fournissent une mesure de l'importance des exportations de chaque industrie pour l'économie dans son ensemble. La base de données comprend également les impacts indirects de toute la production destinée à l'exportation sur chaque industrie, fournissant ainsi une mesure de la dépendance totale de cette industrie à l'égard des exportations autres que ses propres exportations directes. Elle contient des chiffres distincts pour les exportations et importations à destination et en provenance des États-Unis et d'autres pays.

Le cadre de mesure de base s'appuie sur des méthodes de modélisation qui quantifient la contribution des exportations à la valeur ajoutée et à l'emploi au pays. Ces méthodes sont fondées sur le suivi des importations et des transactions intersectorielles nationales liées à la production destinée à l'exportation. Les principales sources de données sont les tableaux d'entrées-sorties, que Statistique Canada publie trois ans après la période de référence. Les données géographiques détaillées sur le commerce avec les États-Unis et avec d'autres pays, qui ne figurent pas dans les tableaux d'entrées-sorties, sont compilées à partir des statistiques sur le commerce de marchandises et la balance des paiements. L'attribution au pays d'origine ou de destination se fait en fonction des statistiques sur le commerce de marchandises fondées sur les données douanières pour les biens et services, conformément aux statistiques sur la balance des paiements. Les données sur les emplois dans chaque industrie sont tirées des Mesures de la productivité du travail.

Le reste du document se divise comme suit. La section 2 contient une description des variables de la base de données. La section 3 explique le cadre de mesure de base. La section 4 présente des exemples numériques de certains calculs de base. La section 5 compare brièvement le cadre canadien des exportations à valeur ajoutée à la base de données sur les échanges en valeur ajoutée publiée par l'OCDE et l'OMC. Enfin,

¹ La valeur ajoutée représente la contribution du travail et du capital au processus de production. Elle se compose du revenu du travail, de l'excédent brut d'exploitation (ou des bénéfices) et des impôts nets des subventions à la production. La somme de la valeur ajoutée par toutes les industries et des impôts nets des subventions à la production est égale au produit intérieur brut (PIB). La section 4.1 contient des explications plus détaillées sur le calcul de la valeur ajoutée et du PIB.

l'annexe présente des données probantes de base tirées des chiffres de 2010 afin d'aider à illustrer les discussions.

2. La base de données sur les exportations à valeur ajoutée

Les données sont présentées selon le système de classification d'entrées-sorties des industries, qui contient des données détaillées sur 234 industries. La liste et la description des variables des bases de données figurent au tableau 1. Les données sur les exportations et les importations excluent les importations réexportées. Les réexportations sont les produits qui sont importés et qui changent de propriétaire mais qui ne subissent pas de transformations importantes dans l'économie nationale avant d'être exportés². Les exportations de produits prélevés sur les stocks sont également exclues afin de ne pas exagérer la part des exportations dans la production totale de chaque année.

² En 2010, les réexportations représentaient environ 6 % du total des exportations canadiennes.

Tableau 1 Liste et description des variables

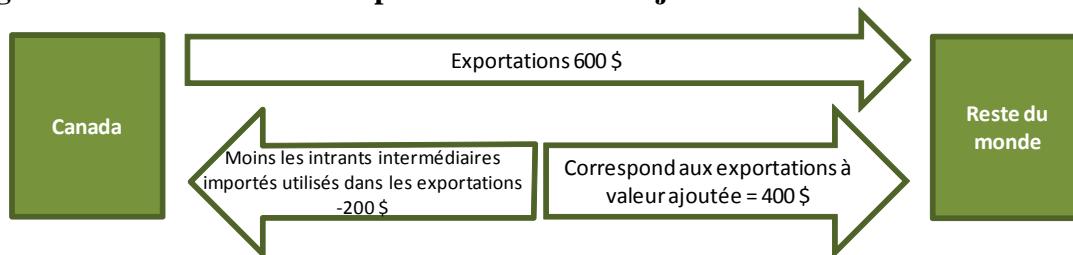
Variable	Titre	Description
ANNÉE	Année	Les chiffres sont actuellement disponibles de 2007 à 2011.
INDUSTRIE	Industrie	233 industries, classées selon le système de classification d'entrées-sorties des industries fondé sur le SCIAN.
X	Exportations	Exportations nationales, à l'exclusion des réexportations.
VA	Valeur ajoutée	Valeur ajoutée aux prix de base selon l'industrie.
VADX	Exportations à valeur ajoutée directe	Valeur ajoutée directe attribuable aux exportations de l'industrie.
VAX	Exportations à valeur ajoutée	Valeur ajoutée totale attribuable aux exportations de l'industrie. Somme de la valeur ajoutée directe et de la valeur ajoutée générée dans toutes les autres industries en amont.
VAXFD	Valeur ajoutée attribuable à la demande étrangère	Impact sur la valeur ajoutée d'une industrie des exportations de toutes les industries. Comprend la valeur ajoutée directe des exportations propres à l'industrie et toute la valeur ajoutée indirecte des exportations de toutes les autres industries.
VAXS	Valeur ajoutée des services contenue dans les exportations	Valeur ajoutée des services intérieurs contenue dans les exportations.
M	Importations	Importations.
MUSE	Importations d'intrants intermédiaires	Importations d'intrants intermédiaires.
MX	Importations contenues dans les exportations	Somme des importations directes et indirectes contenues dans la production des exportations.
L	Emplois	Nombre total d'emplois.
LDX	Emplois directs contenus dans les exportations	Emplois directs attribuables aux exportations de l'industrie.
LX	Total des emplois contenus dans les exportations	Total des emplois attribuables aux exportations de l'industrie. Somme des emplois directs et des emplois générés dans toutes les autres industries en amont.
LXFD	Emplois attribuables à la demande étrangère	Impact sur les emplois d'une industrie des exportations de toutes les industries. Comprend les emplois directs attribuables aux exportations propres à l'industrie et tous les emplois indirects attribuables aux exportations de toutes les autres industries.

3. Cadre de mesure

En termes généraux, la contribution des exportations à la valeur ajoutée nationale est basée sur la suppression de la double comptabilisation de tous les intrants intermédiaires importés utilisés dans la production des biens et services exportés. Les intrants intermédiaires sont les biens et services, à l'exclusion des actifs immobilisés, consommés dans le processus de production.

La figure 1 illustre le cadre de base des exportations à valeur ajoutée. Comme le montre cet exemple, les exportations à valeur ajoutée sont égales à la valeur des exportations brutes moins la valeur des intrants intermédiaires importés utilisés dans la fabrication des produits exportés ($400 \$ = 600 \$ - 200 \$$). Ces intrants importés doivent tenir compte de la consommation des importations dans l'industrie produisant les exportations ainsi que dans toutes les industries en amont qui fournissent des intrants à l'industrie exportatrice.

Figure 1 Cadre de base des exportations à valeur ajoutée



Le calcul des exportations à valeur ajoutée se fonde sur les tableaux d'entrées-sorties rectangulaires, de dimensions industrie par produit³. Les tableaux d'entrées-sorties illustrent les produits et les intrants primaires utilisés par les industries dans la production de fournitures à d'autres industries et jusqu'aux dépenses finales ainsi que le type de dépenses finales par produit. Les informations contenues dans les tableaux d'entrées-sorties rectangulaires peuvent être réorganisées schématiquement à l'intérieur du cadre des ressources et des emplois de la figure 2. Les tableaux se présentent sous forme de matrices et de vecteurs afin d'illustrer le cadre mathématique. Les matrices sont indiquées en majuscules et les vecteurs, en minuscules. L'exposant (T) transpose les matrices et les vecteurs.

Les tableaux d'entrées-sorties rectangulaires montrent les produits fabriqués par les producteurs nationaux (V) et les produits importés (m), les composantes à valeur ajoutée par industrie (W), les emplois des produits par les industries (U), la demande intérieure finale (f) et les exportations (x). Les exportations sont présentées par produit mais non

³ Certains ajustements ont été apportés aux tableaux d'entrées-sorties publiés afin d'accroître la précision des modèles d'entrées-sorties. Des données plus détaillées sont générées pour les marges détail, gros et transport afin de mieux aligner la demande de marge sur les industries productrices. Les industries fictives sont éliminées et leurs intrants sont répartis proportionnellement entre les industries qui consomment les produits fictifs.

par industrie productrice. De même, les importations sont présentées par produit mais non par industrie acheteuse. Le système est caractérisé par deux identités comptables de base : l'offre totale de chaque produit doit être égale au total de ses emplois, tandis que la production totale d'une industrie doit être égale au total de ses intrants.

Figure 2 Cadre d'entrées-sorties

Tableau des ressources				
	Industries	Production totale de produits	Importations	Ressources
Produits	V^T	q	m	$q + m$
Production totale de l'industrie	g^T			

Tableau des emplois			
	Industries	Consommation finale	Emplois
Produits	U	$f + x$	$iU + f + x$
Valeur ajoutée	W		
Total des intrants de l'industrie	g^T		

Légende

V^T = matrice transposée de la production (produit par industrie)
 q = vecteur de la production de produits
 g^T = vecteur transposé de la production de l'industrie
 m = vecteur des importations par produit
 U = matrice de l'utilisation des intrants intermédiaires (produit par industrie)
 W = matrice des composantes à valeur ajoutée (composantes par industrie)
 f = vecteur de la demande intérieure finale par produit
 x = vecteur des exportations par produit

Dans le cadre de modélisation des entrées-sorties⁴, la production de l'industrie est liée à la somme des demandes intérieures intermédiaire et finale et de la demande étrangère (exportations) par le biais de l'identité comptable suivante⁵ :

$$g = D[(I - \hat{\mu})(Bg + f) + x] \quad (1)$$

où D est une matrice des parts du marché de l'industrie par produit, de dimensions industrie par produit, utilisée pour attribuer les produits à leur industrie d'origine

$$D = V[diag(q)]^{-1} \quad (2)$$

⁴ Pour en savoir plus sur les modèles d'entrées-sorties, voir Miller et Blair (2009).

⁵ Par souci de simplicité, la présentation qui suit fait abstraction des prélèvements sur les stocks et d'autres fuites mineures à la production courante comme les biens usagés et les rebuts.

B est une matrice des coefficients des intrants intermédiaires, de dimensions produit par industrie, utilisée pour estimer les intrants intermédiaires requis pour produire les sorties des industries

$$B = U[\text{diag}(g)]^{-1} \quad (3)$$

et $\hat{\mu}$ est une matrice diagonale de la part des importations par produit, qui est définie comme étant la part des importations dans la demande intérieure totale – plus facile à calculer comme part des importations dans l'offre totale nette des exportations – et qui sert à calculer les fuites à l'importation de la production intérieure

$$\hat{\mu} = \text{diag}(m)[\text{diag}(q - x + m)]^{-1} \quad (4)$$

En isolant g dans l'équation (1), on peut définir la production intérieure par industrie en fonction de deux éléments de base, soit les dépenses finales et une inverse qui englobe toutes les transactions interindustrielles requises pour produire ces dépenses finales :

$$g = [I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}D[(I - \hat{\mu})f + x] \quad (5)$$

L'inverse entre crochets, généralement appelé inverse de Leontief ou inverse d'entrées-sorties, $[I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}$, crée un lien entre les dépenses finales et toutes les activités de production requises, y compris les activités de production directes et indirectes (en amont). En mettant l'accent sur la partie exportations des dépenses finales, on peut donc calculer la contribution de la demande étrangère à la valeur ajoutée par toutes les industries, VAX , comme suit :

$$VAX = \hat{v}[I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}Dx \quad (6)$$

où \hat{v} est un vecteur diagonalisé des ratios de la valeur ajoutée à la production par industrie, de dimensions industrie par industrie.

Un terme utile intégré à l'équation (1) est Dx . La prémultiplication du vecteur des exportations x par la matrice de la part de marché D donne une estimation des exportations brutes par industrie.

Comme dans l'équation (6), on peut définir la contribution des exportations aux emplois, LX , comme suit :

$$LX = \hat{l}[I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}Dx \quad (7)$$

où \hat{l} est un vecteur diagonalisé des ratios des emplois à la production par industrie, de dimensions industrie par industrie.

La valeur des importations directement et indirectement comprises dans les exportations, MX , peut être calculée à partir des coefficients des importations de l'industrie et des sorties liées aux exportations des industries :

$$MX = \hat{\rho}[I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}Dx \quad (8)$$

où $\hat{\rho}$ est un vecteur diagonalisé des parts des importations selon l'industrie, calculé en multipliant les parts moyennes des importations par produit et la matrice des coefficients des entrées :

$$\hat{\rho} = \text{diag}(\mu'B) \quad (9)$$

L'inverse de Leontief tient compte de tous les impacts en amont sur la production d'une industrie et des impacts directs. Les mesures qui mettent l'accent sur les impacts directs des exportations sur la valeur ajoutée, VADX, à l'exclusion des impacts sur les industries productrices en amont, ne nécessitent pas l'utilisation de l'inverse. On peut les obtenir simplement en prémultipliant les parts des sorties de l'industrie associées aux exportations (Dx) par les ratios de la valeur ajoutée par l'industrie à la production, comme le montre l'équation (10). De même, on peut mesurer l'impact direct des exportations sur les emplois, LDX, au moyen des ratios des emplois de l'industrie à la production, dans l'équation (11) :

$$VADX = \hat{v}Dx \quad (10)$$

$$LDX = \hat{l}Dx \quad (11)$$

En plus de mesurer les impacts de toutes les exportations sur chaque industrie, il est possible de mesurer les impacts des exportations d'une industrie sur le reste de l'économie. On peut tirer ces renseignements de l'information figurant dans les lignes de l'inverse de Leontief, au lieu de mettre l'accent sur l'information dans les colonnes, comme ci-dessus. VAXFD, l'impact des exportations par toutes les industries sur la valeur ajoutée d'une industrie, peut se calculer comme suit :

$$VAXFD = [\hat{v}[I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}\text{diag}(Dx)]i \quad (12)$$

De même, LXFD, l'impact des exportations d'une industrie sur les emplois dans toutes les autres industries, peut être calculé comme suit :

$$LXFD = [\hat{l}[I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}\text{diag}(Dx)]i \quad (13)$$

Les importations de produits sont converties en importations de l'industrie, M , en partant de l'hypothèse selon laquelle les produits importés ont la même industrie d'origine que les produits fabriqués au pays :

$$M = Dm \quad (14)$$

Les importations d'intrants intermédiaires par l'industrie, $MUSE$, correspondent au produit de la multiplication des intrants intermédiaires des industries par la moyenne des parts des importations de produits :

$$MUSE = \mu'U \quad (15)$$

Les deux principales hypothèses sous-jacentes du modèle se rapportent à l'homogénéité des fonctions de production et à la répartition proportionnelle de l'offre. La première hypothèse est que chaque industrie produit toutes ses sorties à l'aide d'une fonction de production unique. La deuxième hypothèse est que la proportion de chaque produit exporté par une industrie donnée est fondée sur la moyenne de sa part du marché national; et que la demande intérieure dans son ensemble est satisfaite par les industries nationales et les importations proportionnellement à leurs parts de la demande intérieure totale par produit.

Ces hypothèses simplificatrices sapent la précision des estimations modélisées. Les industries d'origine des exportations et des intrants utilisés dans leur production, y compris les intrants importés, peuvent différer de ce qu'indiquent les parts de marché moyennes, réduisant ainsi la précision des estimations. En outre, l'utilisation d'une seule fonction de production au niveau de l'industrie ne reflète pas correctement les fonctions de production différenciées des entreprises axées sur le marché intérieur et le marché mondial, particulièrement dans le contexte de la mondialisation croissante de la production. En réalité, cette dernière hypothèse n'est peut-être pas aussi restrictive qu'elle semble à première vue. Le niveau élevé de détail fourni par les tableaux canadiens des ressources et des emplois (234 industries par 470 produits) classe probablement les unités de production et leurs produits en groupes très homogènes.

4. Exemple numérique

Cette section fournit un exemple numérique afin d'illustrer les calculs de base. La première partie donne un aperçu des tableaux des ressources et des emplois. La deuxième partie montre les calculs nécessaires pour estimer les impacts directs des exportations. La troisième partie présente les façons un peu plus compliquées de calculer l'impact total des exportations.

Les estimations générées dans les sections 4.2 et 4.3 servent uniquement à des fins de démonstration. Le degré élevé d'agrégation des données réduit la précision des calculs. En outre, par souci de simplicité, la démonstration fait abstraction du traitement plus différencié de certains éléments tels que les réexportations et les dépenses des ménages canadiens à l'étranger.

4.1 Tableaux d'entrées-sorties

Les tableaux 2 et 3 donnent un exemple numérique des tableaux d'entrées-sorties de dimensions industrie par produit à l'intérieur du cadre des ressources et des emplois⁶. Les tableaux des ressources (tableau 2) montrent les produits fabriqués par les industries nationales et les produits importés de l'étranger. La dernière ligne du tableau des ressources montre la production totale par industrie, le total des importations et l'offre

⁶ Pour en savoir plus sur le cadre des ressources et des emplois, voir Nations Unies (2013).

totale. La dernière colonne du tableau des ressources montre l'offre totale par produit obtenue en additionnant les produits fabriqués au pays et les produits importés.

Le tableau des emplois (tableau 3) illustre l'utilisation des biens et services par produit et par type d'utilisation, c.-à-d. la consommation intermédiaire des industries, la consommation finale, la formation brute de capital et les exportations. Il présente aussi les composantes de la valeur ajoutée par industrie, c.-à-d. le revenu du travail, le revenu mixte brut, l'excédent d'exploitation brut et les autres impôts nets de subventions à la production. La dernière colonne du tableau des emplois indique le total des emplois par produit obtenu par addition des emplois intérieurs et des exportations.

Tableau 2 Tableau des ressources

Industries	Production				Production totale	Importations	Offre totale
	Primaire	Construction	Fabrication	Services			
Produits							
Agriculture et foresterie	62	0	1	0	63	9	73
Exploitation minière	170	0	1	0	171	38	209
Services publics	43	0	0	8	52	1	52
Construction	0	260	0	0	260	0	260
Fabrication	1	0	537	3	541	381	922
Services	10	2	36	1,959	2,008	89	2,098
Impôts nets de subventions sur les produits						-3	
Total	286	263	576	1,971	3,095	515	3,614

Tableau 3 Tableau des emplois aux prix de base

Industries	Intrants				Consommation finale						Total des emplois
	Primaire	Construction	Fabrication	Services	Consommation finale dépenses des ménages	Consommation finale dépenses des ISBLSM	Consommation finale dépenses du secteur public	Formation de capital fixe brut	Variations des stocks	Exportations	
Produits											
Agriculture et foresterie	14	1	31	2	10	0	0	0	-1	17	73
Exploitation minière	17	14	75	5	3	0	0	8	2	85	209
Services publics	3	0	9	15	22	0	0	0	0	2	52
Construction	4	0	1	28	0	0	0	226	0	0	260
Fabrication	26	72	197	118	181	0	0	65	-1	264	922
Services	51	60	96	687	623	24	366	74	1	115	2098
Impôts nets de subventions sur les produits	-3	2	0	4	76	0	0	15	0	0	95
Valeur ajoutée aux prix de base	173	113	167	1111	0	0	0	0	0	0	1564
Impôts nets de subventions sur la production	6	5	2	59	0	0	0	0	0	0	72
Rémunération des employés	44	70	101	624	0	0	0	0	0	0	839
Revenu mixte brut	7	20	1	166	0	0	0	0	0	0	193
Excédent d'exploitation brut	115	19	63	263	0	0	0	0	0	0	460
Total	286	263	576	1971	915	24	366	389	1	483	5273

Comme il est mentionné plus haut, deux identités de base caractérisent les tableaux des ressources et des emplois. L'offre totale par produit est égale au total des emplois par produit, et la production totale par industrie dans le tableau des ressources est égale au total des intrants par industrie dans le tableau des emplois.

Les différentes façons de mesurer la valeur ajoutée et le PIB à partir des tableaux des ressources et des emplois sont illustrées dans la figure 3. Les deux façons de mesurer la valeur ajoutée et les trois façons de mesurer le PIB sont conceptuellement équivalentes et produisent exactement les mêmes valeurs lorsque des tableaux équilibrés des ressources et des emplois sont utilisés.

Selon l'approche de la production, la valeur ajoutée aux prix de base correspond à la différence entre la production et la consommation intermédiaire de chaque industrie. La somme de la valeur ajoutée par toutes les industries et des impôts nets de subventions est égale au PIB aux prix du marché. La valeur ajoutée aux prix de base est souvent appelée le PIB aux prix de base.

L'approche du revenu fournit également une estimation de la valeur ajoutée par industrie ou pour l'économie agrégée en additionnant les contributions du travail et du capital au processus de production. La valeur ajoutée est égale à la somme du revenu du travail, de l'excédent d'exploitation brut, du revenu mixte brut⁷ et des impôts nets des subventions à

⁷ Le revenu mixte brut combine le revenu du travail et l'excédent d'exploitation brut de certaines entreprises non constituées en sociétés qui sont contrôlées par le secteur des ménages. Les deux sont combinés en un revenu « mixte » en raison de la difficulté statistique de calculer des flux de revenu distincts pour les composantes travail et capital de ces unités.

la production. Comme dans l'approche de la production, la somme de la valeur ajoutée par toutes les industries et des impôts nets de subventions est égale au PIB aux prix du marché.

L'approche des dépenses fournit une mesure du PIB aux prix du marché pour l'économie agrégée. Le PIB est égal à la somme des dépenses de consommation finales des ménages, des institutions sans but lucratif au service des ménages (ISBLSM) et du secteur public, de la formation brute de capital et des exportations nettes des importations.

Figure 3 Mesure de la valeur ajoutée et du PIB

Production		Revenu		Dépenses	
Production totale	3,095	Impôts moins les subventions sur la production	72	Dépenses de consommation finales des ménages	915
- Consommation intermédiaire	-1,527	+ Rémunération des employés	839	+ Dépenses de consommation finales des ISBLSM	24
- Impôts nets de subventions sur les produits	-4	+ Revenu mixte brut	193	+ Dépenses de consommation finales du secteur public	366
		+ Excédent d'exploitation brut	460	+ Formation de capital brut	389
= Valeur ajoutée aux prix de base	1,564	= Valeur ajoutée aux prix de base	1,564	+ Exportations	483
				- Importations	-515
+ Impôts moins les subventions sur les produits	99	+ Impôts moins les subventions sur les produits	99		
= Produit intérieur brut	1,663	= Produit intérieur brut	1,663	= Produit intérieur brut	1,663

4.2 Impact direct des exportations

On obtient les impacts directs des exportations sur la production de l'industrie en convertissant les exportations par produit en exportations de l'industrie au moyen des parts de marché moyennes des industries par produit. On calcule ensuite l'impact direct sur la valeur ajoutée en appliquant les coefficients de valeur ajoutée des industries aux valeurs de production calculées dans la première étape. Ces étapes sont expliquées plus en détail ci-après.

Les parts de marché moyennes des produits par industrie (matrice D) tirées des sorties selon l'industrie sont indiquées au tableau 4. Ces parts sont égales à la valeur de chaque produit divisée par la production totale. Si l'on prend le secteur de la fabrication comme exemple (colonne 4 du tableau 4), la part du total des produits de fabrication produite par les industries primaires correspond à $1 / 541 = 0,001$, celle produite par l'industrie de la fabrication, à $537 / 541 = 0,99$, et celle produite par l'industrie des services, à $(3 / 541 = 0,01)$.

Tableau 4 Parts du marché des produits, matrice D

Produits	Agriculture et foresterie	Exploitation minière	Services publics	Construction	Fabrication	Services
Industries						
Primaire	0.98	0.99	0.84	0.00	0.00	0.01
Construction	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Fabrication	0.02	0.01	0.01	0.00	0.99	0.02
Services	0.00	0.00	0.15	0.00	0.01	0.98
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Les coefficients d'entrée (ou fonctions de technologie) des industries sont indiqués au tableau 5. Ces coefficients sont tirés du tableau des entrées et montrent la quantité d'intrants requis pour produire une unité de production. On les obtient en divisant la valeur des entrées par le total des entrées de chaque industrie. Les coefficients sont divisés en deux matrices, l'une pour les intrants intermédiaires, B , et l'autre pour les composantes à valeur ajoutée. Par souci de simplicité, dans ce cas-ci, seule la somme des composantes à valeur ajoutée, w , est indiquée. Par exemple, on calcule le coefficient de valeur ajoutée du secteur de la fabrication à partir des données du tableau 3, en divisant la somme des composantes à valeur ajoutée par le total des entrées de l'industrie, soit $(2 + 101 + 1 + 63) / 576 = 0,29$.

Tableau 5 Coefficients de technologie

	Industries			
	Primaire	Construction	Fabrication	Services
Produits				
Agriculture et foresterie	0.05	0.00	0.05	0.00
Exploitation minière	0.06	0.05	0.13	0.00
Services publics	0.01	0.00	0.02	0.01
Construction	0.02	0.00	0.00	0.01
Fabrication	0.09	0.27	0.34	0.06
Services	0.18	0.23	0.17	0.35
Impôts nets de subventions sur les produits	-0.01	0.01	0.00	0.00

vecteur v^T , coefficients à valeur ajoutée

Valeur ajoutée aux prix de base	0.60	0.43	0.29	0.56
Total	1.00	1.00	1.00	1.00

Comme il est expliqué à la section 3, la formulation Dx , la prémultiplication du vecteur des exportations x par la matrice des parts de marché D permet de convertir les exportations par produit, telles qu'elles apparaissent dans les tableaux des ressources et des emplois, en exportations par industrie. La première colonne du tableau 6 montre le résultat de ces calculs. Si l'on prend l'exemple de l'industrie des services, la somme des produits de la multiplication, élément par élément, de la dernière ligne de la matrice D par le vecteur des exportations se présente comme suit : $(0,15 * 2) + (0,01 * 264) + (0,98 * 115) = 114$. La part de l'industrie des services dans la production des services publics, des produits de fabrication et des services, multipliée par la valeur à l'exportation de chacun de ces produits, correspond à la valeur des exportations par l'industrie des services.

La prémultiplication des exportations par industrie de Dx par le coefficient de valeur ajoutée de chaque industrie (v) donne une estimation de l'impact direct des exportations sur la valeur ajoutée, qui apparaît dans la dernière colonne du tableau 5. Par exemple, la multiplication du coefficient de valeur ajoutée de l'industrie des services tiré de v par les exportations de l'industrie donne ceci : $(0,56 \times 114) = 65$.

Tableau 6 Exportations brutes directes et exportations à valeur ajoutée par industrie

Industrie	Exportations directes par industrie D_x	Exportations à valeur ajoutée directe par industrie $\hat{v}D_x$
Primaire	103	62
Construction	0	0
Fabrication	265	77
Services	114	65
Total	483	204

4.3 Impact total des exportations

Pour quantifier l'impact total des exportations, il faut aller au-delà des impacts directs générés dans l'industrie exportatrice et inclure tous les autres impacts en amont sur l'activité économique. Une vue schématique de ces interactions est présentée à la figure 4. Les produits exportés sont d'abord fabriqués au pays, et leur impact direct sur la valeur ajoutée est décrit à la section 4.2. Cependant, les intrants intermédiaires achetés par l'industrie exportatrice sont importés ou produits par des producteurs secondaires nationaux. De même, ces producteurs secondaires génèrent une valeur ajoutée et d'autres achats d'intrants intermédiaires produits au pays ou importés. Ce processus peut se répéter à plusieurs reprises jusqu'à ce qu'il ne produise plus qu'un effet insignifiant sur l'économie. Ainsi, la valeur d'une exportation peut être décomposée en impacts directs et indirects sur la valeur ajoutée et en impacts indirects sur les importations.

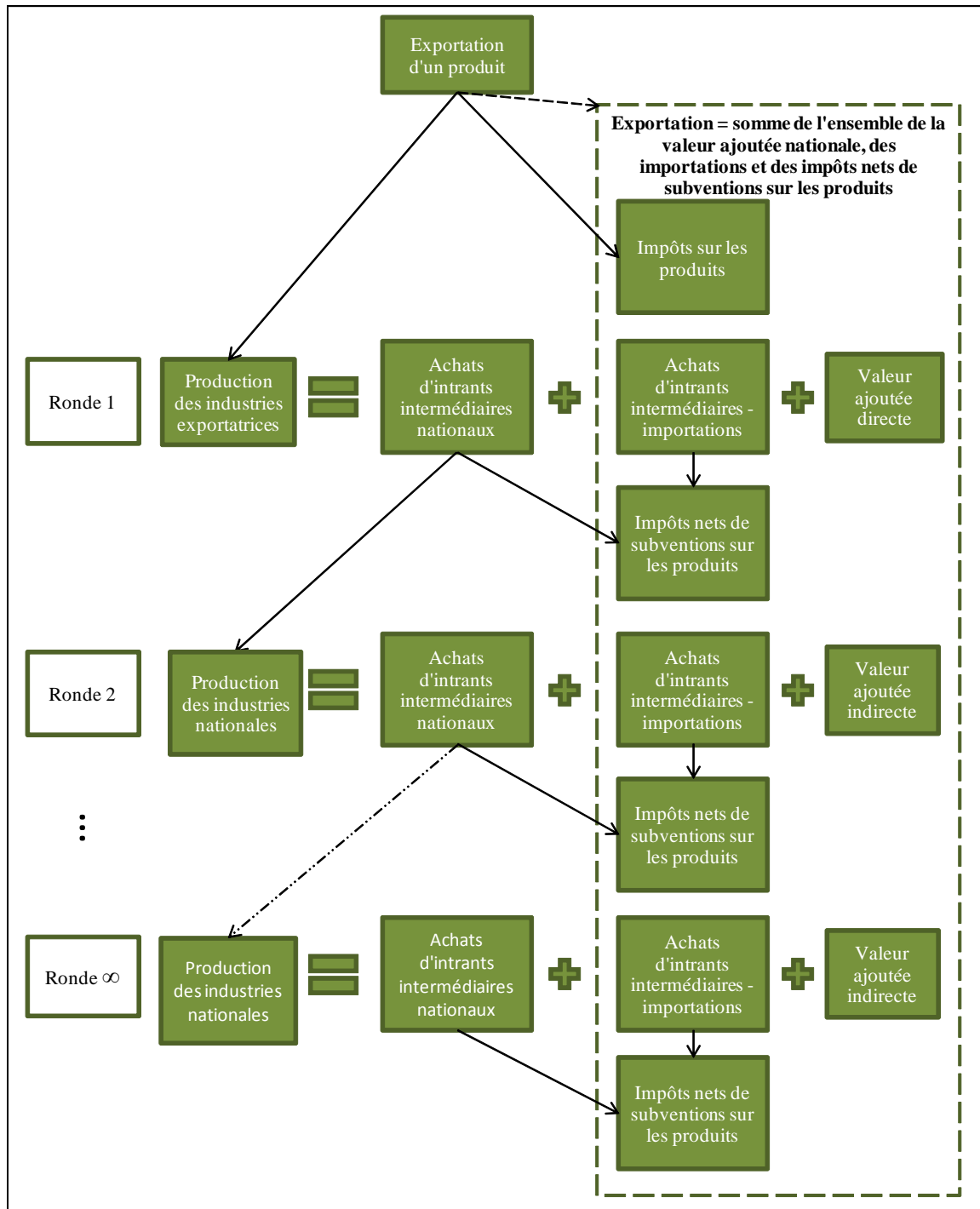
On calcule les impacts cycle par cycle décrits à la figure 4 en suivant les transactions interindustrielles requises pour produire les exportations :

- i) La matrice des parts de marché, D , attribue la demande d'exportations aux industries productrices.
- ii) La matrice des coefficients d'intrants intermédiaires, B , convertit les sorties des industries en demandes requises d'intrants intermédiaires.
- iii) La matrice μ calcule les importations associées à la demande d'intrants intermédiaires et, en même temps, la demande résiduelle de produits des producteurs nationaux.
- iv) La matrice des parts de marché, D , attribue les demandes d'intrants intermédiaires intérieurs aux industries productrices.
- v) Les étapes ii à iv sont répétées jusqu'à ce que les impacts deviennent insignifiants. Selon cette méthode, la plupart des impacts sont généralement attribuables à moins de 10 itérations.

L'équation (14) formalise l'impact de ces étapes itératives sur la production de l'industrie. La somme de la série exponentielle est simplement une approximation de l'inverse des entrées-sorties calculée dans l'équation (3).

$$\begin{aligned} g^* &= Dx + D(I-\mu)BDx + (D(I-\mu)B)(D(I-\mu)B)Dx + (D(I-\mu)B)^3Dx + \dots \\ &= [I - D(I - \hat{\mu})B]^{-1}Dx \end{aligned} \quad (16)$$

Figure 4 Impact total des exportations



Il est possible d'examiner n'importe quelle étape du processus en extrayant l'impact sur la production de l'industrie des termes pertinents du côté droit de l'équation (16). On peut ensuite appliquer les coefficients de l'industrie pour étendre l'analyse à d'autres variables. Ainsi, on peut appliquer le vecteur des coefficients de valeur ajoutée, v , à la

production générée par l'industrie, g^* , pour calculer l'impact sur la valeur ajoutée. De même, le vecteur des coefficients des parts des importations selon l'industrie, ρ , peut servir à calculer la valeur des importations.

Hypothèse de la moyenne des parts des importations

Comme il est expliqué dans la section précédente, les achats intermédiaires doivent être divisés entre les producteurs nationaux et les importations. En multipliant les coefficients d'entrée par les parts des importations selon le produit, on obtient les parts des importations selon l'industrie. Le tableau 7 montre les valeurs de μ , qui est le vecteur des parts des importations selon le produit. Il montre aussi $\hat{\mu}B$, soit les parts des importations selon le produit et l'industrie, et les sommes de leurs colonnes, le vecteur ρ , qui représente la valeur du total des parts des importations selon l'industrie.

Les parts des importations selon le produit mesurent la proportion moyenne observée des importations dans les demandes intérieures. Cette moyenne peut toutefois masquer la grande hétérogénéité des parts des importations selon l'industrie⁸ et donc fausser l'affectation des impacts en amont sur les importations et la valeur ajoutée.

Tableau 7 Parts des importations selon le produit et l'industrie

Produits		Industries			
		Primaire	Construction	Fabrication	Services
	μ	$\hat{\mu}B$			
Agriculture et foresterie	0.17	0.01	0.00	0.01	0.00
Exploitation minière	0.30	0.02	0.02	0.04	0.00
Services publics	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Construction	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fabrication	0.58	0.05	0.16	0.20	0.03
Services	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02
Total		vecteur ρ', coefficients des importations selon l'industrie			
	0.16	0.09	0.19	0.25	0.05

⁸ Les tableaux d'entrées-sorties contiennent des données sur les parts des importations par catégorie de demande. Ces données sont utilisées pour différencier les importations, réexportations et achats des ménages canadiens à l'étranger.

Total des impacts interindustriels

Les valeurs de la matrice de l'inverse des entrées-sorties sont indiquées au tableau 8. La matrice présente sous forme de tableau tous les impacts en amont que les produits livrés par l'industrie indiquée dans la colonne pour répondre à la demande finale ont sur la production de chaque industrie indiquée dans la ligne. Par exemple, des exportations d'une valeur de 1 dollar par le secteur de la fabrication se traduiront par une production d'une valeur de 20 cents pour les industries primaires, de 1 cent pour l'industrie de la construction, de 1,20 dollar pour le secteur de la fabrication (y compris l'exportation originale d'une valeur de 1 dollar) et de 33 cents pour le secteur des services.

Tableau 8 Inverse des entrées-sorties

	Industries			
Industries	Primaire	Construction	Fabrication	Services
Primaire	1.12	0.08	0.20	0.03
Construction	0.02	1.01	0.01	0.02
Fabrication	0.07	0.16	1.20	0.06
Services	0.30	0.38	0.33	1.51

En multipliant les valeurs figurant dans les colonnes du tableau 8 (inverse des entrées-sorties) par la valeur des exportations de l'industrie (tableau 6), on obtient une estimation de leur impact total en amont sur la production de toutes les industries, comme le montre le tableau 9. On calcule les impacts sur la valeur ajoutée et les importations des industries en appliquant le coefficient de chaque industrie à ses niveaux de production. Comme prévu, la somme des impacts sur la valeur ajoutée et les importations, $368 + 116 = 484$, est presque égale à la valeur des exportations brutes (tableau 3). La différence de un s'explique par l'impact des impôts nets de subventions sur les produits, qui a été ignoré par souci de simplicité.

Au lieu de pondérer les sorties des industries, on aurait pu pondérer l'inverse même par la valeur ajoutée selon l'industrie aux coefficients de sortie afin de créer une relation plus directe entre une livraison d'une valeur d'un dollar pour répondre à la demande finale et les impacts en amont sur la valeur ajoutée par l'industrie. De même, cette pondération aurait pu être appliquée aux coefficients d'importation ou à toute autre variable dont il est raisonnable de supposer qu'elle a une relation directe avec la production de l'industrie, par exemple les coefficients des emplois.

Tableau 9 Total des transactions interindustrielles liées aux exportations

	Industries				
Industries	Primaire	Construction	Fabrication	Services	Total
Production					
Primaire	115	0	53	3	171
Construction	2	0	3	3	8
Fabrication	7	0	317	7	331
Services	31	0	89	173	293
Total	155	1	462	186	803
Valeur ajoutée					
Primaire	69	0	32	2	103
Construction	1	0	1	1	3
Fabrication	2	0	92	2	96
Services	18	0	50	98	165
Total	90	0	175	103	368
Importations					
Primaire	10	0	5	0	15
Construction	0	0	1	0	1
Fabrication	2	0	81	2	84
Services	2	0	5	9	15
Total	14	0	90	11	116

5. Comparaison de la base de données sur les exportations à valeur ajoutée à la base de données sur les échanges en valeur ajoutée de l'OCDE-OMC

L'OCDE et l'OMC ont publié conjointement une base de données sur les échanges en valeur ajoutée (OCDE-OMC 2012). La base de données sur les échanges en valeur ajoutée est calculée à partir d'un tableau international des entrées et sorties et contient des données détaillées sur 40 pays et 18 industries. Les tableaux d'entrées-sorties internationaux permettent d'estimer un grand nombre de variables analytiques et de données géographiques détaillées qu'il est impossible de tirer des tableaux d'entrées-sorties canadiens.

L'avantage d'un tableau d'entrées-sorties international est qu'il permet de suivre les intrants intermédiaires lorsqu'ils traversent les frontières et aux différentes étapes du traitement industriel jusqu'à leur livraison en réponse aux demandes finales étrangères ou peut-être intérieures. Ainsi, la base de données sur les échanges en valeur ajoutée suit la valeur ajoutée étrangère par industrie et par région, y compris les impacts récursifs sur

l'économie nationale. La principale faiblesse de la base de données sur les échanges en valeur ajoutée réside dans ses estimations moins précises en raison du niveau élevé d'agrégation industrielle utilisé et des ajustements aux chiffres nationaux requis pour équilibrer le commerce international multilatéral — souvent contradictoire dans les statistiques officielles — entre les différents tableaux d'entrées-sorties nationaux.

Contrairement à la base de données sur les échanges en valeur ajoutée, la base de données canadienne sur les exportations à valeur ajoutée ne contient pas d'information sur les activités dans le reste du monde et ne permet donc pas de suivre 1) les importations et leur contenu en valeur ajoutée par pays ou 2) les exportations au-delà de leur destination géographique initiale. La base de données sur les exportations à valeur ajoutée n'est pas un outil de suivi de la chaîne de valeur ajoutée mondiale mais plutôt, comme son nom l'indique, un outil de suivi de l'impact des exportations sur l'économie canadienne. Ses principaux avantages comparatifs sont les données plus détaillées sur les industries, la plus grande précision des variables disponibles et les renseignements supplémentaires sur les emplois.

En général, la base de données sur les échanges en valeur ajoutée de l'OCDE-OMC est un outil très utile pour les comparaisons internationales, tandis que la base de données sur les exportations à valeur ajoutée de Statistique Canada est plus appropriée pour les analyses axées sur l'économie canadienne.

Références

Miller, R.E., et P.D. Blair. 2009. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press: New York.

Organisation de coopération et de développement économiques – Organisation mondiale du commerce. 2012. *Trade in Value-Added: Concepts, Methodologies and Challenges*. OECD: Paris.

Nations Unies. 2013. *Système de comptabilité nationale 2008*. Organisation des Nations Unies : New York.