

Annexe technique

Données, méthodologie et modélisation à l'appui de la recherche

Des ressources à la résilience : le Canada peut tirer plus de valeur du commerce

Septembre 2026

Perna Sharma, économiste principale, Services économiques d'EDC

Malcolm Fisher, analyste quantitatif associé, Services économiques d'EDC

Table des matières

Indice de complexité économique	3
Méthodologie : le modèle de croissance	3
Analyse de faisabilité : un scénario hypothétique	7
Croissance selon différents scénarios de valorisation des produits	9
Références	9
Avis de non-responsabilité	10

Indice de complexité économique

L'indice de complexité économique (ICE) mesure le niveau de sophistication et de diversité des capacités productives d'un pays. Élaboré par Hausmann et coll. (2014), l'ICE combine les flux commerciaux entre pays pour des milliers de produits en un seul indicateur étroitement lié à la croissance à long terme du produit intérieur brut (PIB). Le calcul part du concept économique d'avantage comparatif révélé (ACR), qui met en parallèle le niveau d'exportation d'un produit par un pays à la moyenne mondiale. De là, une matrice binaire est établie; celle-ci montre si un pays est spécialisé dans un produit (l'ACR est alors supérieur à 1). Cette matrice exprime deux notions fondamentales :

- **la diversité** : le nombre de produits exportés par un pays dont l'ACR est supérieur à 1
- **l'ubiquité** : le nombre de pays exportant un produit dont l'ACR est supérieur à 1

Pour regrouper ces notions en un indice unique, l'ICE fait appel à une approche fondée sur les réseaux. La matrice pays-produit est multipliée par elle-même, puis modifiée à l'aide de coefficients de diversité et d'ubiquité. La dernière étape consiste à extraire le vecteur propre associé à cette matrice modifiée, ce qui permet d'établir un classement stable des pays en fonction de leur position au sein du réseau. La normalisation des valeurs du vecteur propre permet d'obtenir le score ICE d'un pays, les valeurs les plus élevées correspondant aux pays dont les structures de production sont plus complexes et davantage axées sur le savoir. Pour améliorer l'intelligibilité de l'indice, les valeurs du vecteur propre sont souvent converties en normalisant le score z.

Méthodologie : le modèle de croissance

Afin d'évaluer le lien entre la complexité économique et la croissance économique à long terme, nous utilisons un modèle de régression avec des données de panel (données longitudinales) mettant en relation l'ICE et la croissance à long terme du revenu réel par habitant.

$$g_{i,t \rightarrow \Delta t} = \beta_0 + \beta_1 \ln \frac{\text{GDP}}{\text{Cap}_{i,t}} + \beta_2 \text{ECI}_{i,t} + \beta_3 \text{COI}_{i,t} + \beta_5 \text{HC}_{i,t} + \tau_t + \varepsilon_{i,t}$$

La variable dépendante est la croissance du PIB réel par habitant¹, mesurée sous la forme d'un taux de croissance annuel composé (TCAC) sur 10 ans, à partir du PIB par habitant ajusté en parité de pouvoir d'achat (PPA) constante fourni par Oxford Economics. La croissance du PIB corrigée de la PPA a été retenue pour tenir compte des variations (prix et taux de change) entre pays, ce qui améliore la comparabilité du pouvoir d'achat réel des revenus d'un pays à l'autre. L'analyse retient des périodes de croissance de dix ans (1994-2004, 2004-2014, 2014-2024) afin de mettre l'accent sur la dynamique de croissance à moyen et long termes et, ainsi, limiter l'effet des fluctuations conjoncturelles à court terme.

¹ La croissance du PIB réel par habitant est couramment utilisée comme indicateur de la croissance de la productivité, car elle correspond à l'évolution de la production économique par rapport à la population au fil du temps.

Le **tableau 1** présente les principales variables explicatives (indépendantes) incluses dans l'analyse.

Tableau 1 : Description des variables indépendantes utilisées dans l'analyse

Variable	Justification	Source
Revenu initial (logarithme du PIB par habitant)	Les pays à faible revenu devraient connaître une croissance plus rapide.	Oxford Economics
Indice de complexité économique (ICE)	Il sert à mesurer le niveau de sophistication et la diversité des capacités de production d'un pays. Il constitue la principale variable d'intérêt puisqu'il établit dans quelle mesure une économie produit des biens complexes qui sont axés sur le savoir. Les pays affichant un niveau de complexité plus élevé auraient une croissance plus rapide.	Growth Lab de l'Université Harvard
Indice des perspectives en matière de complexité (IPMC)	Il permet de mesurer le niveau de productivité d'un pays. Un pays dont l'IPMC est plus élevé se rapproche de produits plus complexes qu'il ne fabrique pas actuellement. Cet indice exprime donc la probabilité d'une diversification future vers des produits plus complexes. Les pays ayant de meilleures perspectives en matière de complexité devraient afficher une croissance plus rapide.	Growth Lab de l'Université Harvard
Capital humain	Il est intégré pour tenir compte du niveau général de formation et des compétences de la main-d'œuvre. Sa prise en compte nous permet d'interpréter l'ICE comme un indicateur des compétences allant au-delà de la formation générale. Les pays présentant un capital humain plus élevé devraient connaître une croissance plus rapide.	Penn World Tables

À l'aide de ces variables, il est possible d'estimer la régression dans un panel équilibré de pays couvrant trois périodes de 10 ans (1994-2004, 2004-2014, 2014-2024). Les effets fixes à durée déterminée sont inclus pour contrôler les chocs mondiaux qui touchent tous les pays. Les effets fixes par pays n'ont pas été inclus, car ils absorberaient la plus grande partie de la variation entre les pays dans l'ICE que nous aimerions mettre en évidence dans la régression. Les erreurs types sont regroupées au niveau national pour tenir compte de la corrélation sérielle au sein de chaque pays. Les résultats de la régression sont présentés dans le **tableau 2**.

Tableau 2 : Résultats de la régression

Variable	Estimation
$\ln \frac{\text{GDP}}{\text{Cap}}_{i,t}$	-0,0140*** (0,000)
$\text{ECI}_{i,t}$	0,0078*** (0,007)
$\text{COI}_{i,t}$	0,0021 (0,122)
$\text{HC}_{i,t}$	0,0099** (0,003)
Constante	0,1258*** (0,000)
N	366
R^2	0,2043
Échantillon	(1994-2004, 2004-2014, 2014-2024)
Erreurs	Classées par pays
VIF	3,53

Nota – Les valeurs P sont indiquées entre parenthèses sous les estimations. Les symboles habituels standard de signification sont utilisés (* : importante à un niveau de 10 %, ** : importante à un niveau de 5 %, *** : importante à un niveau de 1 %).

Tous les coefficients correspondent aux prévisions. Le coefficient de l'ICE est positif et statistiquement significatif; il indique qu'une augmentation d'un écart-type de l'ICE s'accompagne d'une hausse d'environ 0,78 point de pourcentage de la croissance annuelle du PIB par habitant au cours de la décennie suivante. Une telle ampleur revêt une importance économique notable. Sur une période de dix ans, une différence d'un écart-type entre les scores ICE de deux pays est associée à un écart de 8,07 % en termes de croissance économique totale. Le coefficient de détermination (R^2) du modèle (qui s'élève à 0,2043) correspond aux résultats généralement observés dans la littérature. Les modèles de croissance fondés sur la complexité mettent l'accent sur les facteurs déterminants à long terme plutôt que sur les fluctuations à court terme de l'économie d'un pays. Étant donné que la complexité économique reflète des capacités productives sous-jacentes qui évoluent progressivement, une grande partie de la croissance du PIB observée est attribuable à des chocs

temporaires et aux cycles économiques. De ce fait, on s'attend à un R^2 relativement modeste. Ainsi, l'intérêt du modèle réside moins dans son degré d'adéquation que sa capacité à établir un lien clair entre la complexité et la croissance à long terme (Hausmann et al., 2014).

Afin de garantir la fiabilité des résultats, nous avons procédé à une nouvelle estimation de la régression en utilisant différentes définitions de la variable dépendante (PIB nominal par habitant, PIB réel par habitant et PIB par habitant selon la PPA actuelle). Le **tableau 3** présente les résultats de ces vérifications de fiabilité. Pour toutes les spécifications, le coefficient de l'ICE demeure positif et statistiquement significatif. L'ampleur du coefficient de l'ICE demeure également relativement stable dans ces spécifications (allant de 0,0066 à 0,0105). Cette cohérence vient étayer la conclusion selon laquelle la complexité économique est un indicateur fiable de la croissance à long terme, peu importe la manière dont le revenu est mesuré.

Tableau 3 : Résultats de la régression selon différentes spécifications du PIB par habitant

Variable	PIB de référence (PPA constante)	PIB nominal	PIB réel	PPA actuelle
$\ln \frac{\text{GDP}}{\text{Cap}_{i,t}}$	-0,0140*** (0,000)	-0,0275*** (0,000)	-0,0110*** (0,000)	-0,0142*** (0,000)
$\text{ECI}_{i,t}$	0,0078*** (0,007)	0,0105** (0,025)	0,0075*** (0,007)	0,0066** (0,041)
$\text{COI}_{i,t}$	0,0021 (0,122)	0,0006 (0,8462)	0,0021* (0,096)	0,0021 (0,150)
$\text{HC}_{i,t}$	0,0099** (0,003)	0,0394*** (0,000)	0,0124*** (0,005)	0,0099*** (0,000)
Constante	0,1256*** (0,000)	0,1809*** (0,000)	0,0904*** (0,000)	0,1426*** (0,000)

Nota – Les valeurs P sont indiquées entre parenthèses sous les estimations. Les symboles standard de signification sont utilisés (* : significative à un niveau de 10 %, ** : significative à un niveau de 5 %, *** : significative à un niveau de 1 %).

Analyse de faisabilité : un scénario hypothétique

Pour compléter l'analyse empirique de la corrélation entre les notions de complexité économique et croissance à long terme, nous avons effectué une analyse de faisabilité. Cette analyse avait pour but de simuler l'évolution possible de la structure des exportations du Canada dans le cadre d'un processus de diversification déterminé par la trajectoire. Cette approche s'appuie directement sur le cadre de la complexité économique, car les produits ajoutés sont « proches » dans l'espace des produits du panier d'exportation du Canada, ce qui signifie qu'ils requièrent des capacités sous-jacentes similaires. Pour être ajouté au panier, chaque produit sélectionné doit comporter des compétences, des technologies et des savoir-faire de production similaires à ceux des produits actuellement fabriqués par le Canada et où il dispose d'un avantage comparatif. En d'autres termes, le modèle ajoute au panier des produits qui s'appuient sur les atouts existants.

À partir du panier d'exportation du Canada tel qu'il a été observé (produits présentant un avantage comparatif révélé supérieur à 1) en 2024, nous avons suivi le processus suivant :

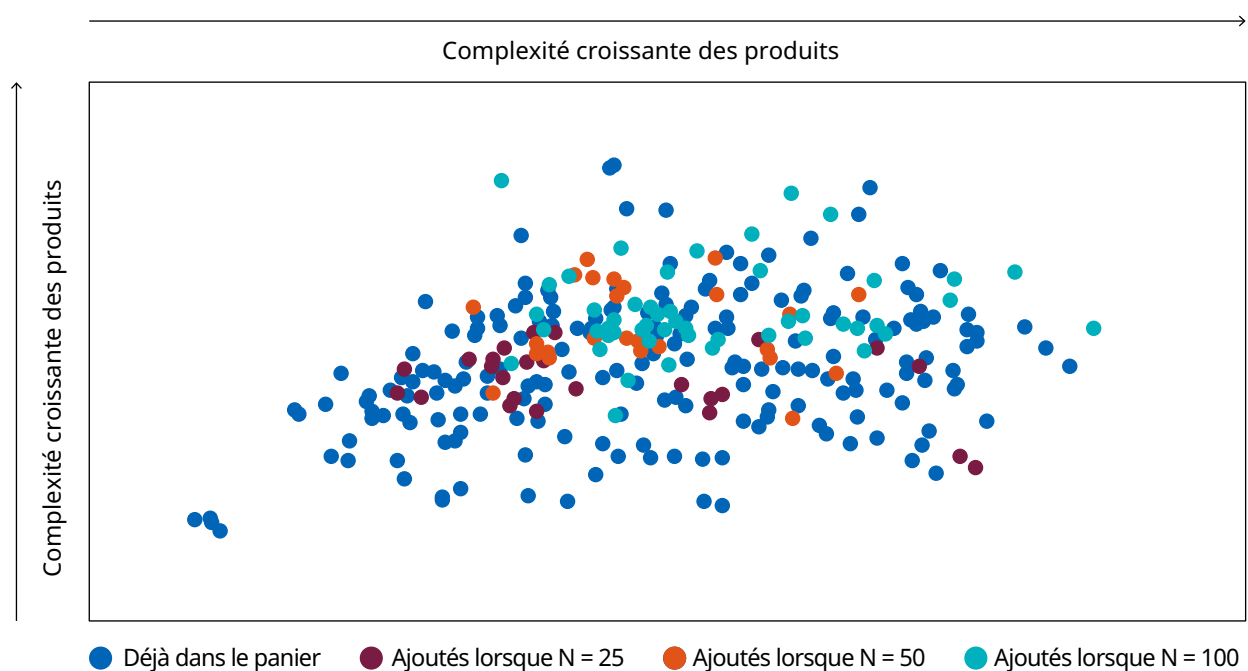
1. Ajout au panier d'exportation du Canada des produits qui remplissent les conditions suivantes :
 - réalistes (ce qui exclut principalement les produits liés aux ressources naturelles);
 - favorables à la complexité (produits susceptibles d'augmenter l'indice des perspectives en matière de complexité du Canada);
 - les plus proches dans l'espace des produits (distance la plus courte par rapport à l'espace des produits du Canada).
2. Recalcul de l'indice de complexité économique de chaque pays.
3. Recalcul de la distance des produits restants que le Canada n'exporte pas vers l'espace des produits canadiens.
4. Calcul de la part des produits de différentes catégories dans le panier d'exportation du Canada.
5. Retour à l'étape 1.

Pour garantir le réalisme de l'expérience, la simulation est limitée à 100 produits supplémentaires. Au-delà de ce seuil, l'analyse perd de sa pertinence et devient de plus en plus aléatoire, étant donné que le Canada dispose d'un panier d'exportation déjà diversifié. Il est également important de noter que cette analyse repose sur la structure actuelle des chaînes de production et de valeur mondiales. Ce modèle ne tient pas compte des percées en matière d'innovation ni des technologies à usage général susceptibles de modifier en profondeur la structure des schémas de production mondiaux. À ce titre, ces résultats expriment une croissance infléchie par la trajectoire, dans le contexte technologique et industriel actuel.

Le **graphique 1** illustre la position du Canada sur le marché mondial des produits en 2024, ainsi que son évolution à mesure que de nouveaux produits sont ajoutés au cours de la simulation. Chaque point représente un produit, et sa position caractérise sa relation avec les autres produits en termes de capacités communes. Les produits ajoutés ont tendance à se concentrer autour des produits que le Canada exporte déjà et pour lesquels il dispose d'un avantage comparatif avéré, ce qui reflète la nature même du processus, selon lequel seuls les produits les plus proches, au sein de l'éventail de produits du Canada, sont ajoutés au panier. Cette tendance semble indiquer que le Canada devrait assumer des coûts plus élevés pour développer les capacités nécessaires à la production de machines de traitement de données ou de matériel photographique (deux des cinq produits les plus complexes selon leur indice de complexité des produits); ces produits ne sont donc pas ajoutés au panier dans le cadre de l'analyse. En revanche, les instruments médicaux et les composants de réacteurs nucléaires (qui sont également des produits assez complexes) sont intégrés au panier dans le cadre d'une accumulation des capacités, ce qui signifie qu'à l'heure actuelle l'espace des produits canadiens correspond davantage à ces produits.

Les produits récemment ajoutés se concentrent de plus en plus dans la partie supérieure droite de l'espace des produits, ce qui traduit généralement une plus grande complexité des produits. Cette tendance porte à croire que, à mesure que le Canada se diversifie, il augmente non seulement le nombre de produits qu'il est en mesure d'exporter de manière compétitive, mais il s'oriente également vers des activités plus complexes et exigeant beaucoup de compétences.

Graphique 1 : Évolution de l'espace des produits du Canada à chaque ajout de produits dans l'analyse de faisabilité



Sources : Growth Lab de l'Université Harvard; Services économiques d'EDC (calculs)

Croissance selon différents scénarios de valorisation des produits

Pour prévoir le PIB nominal en dollars canadiens en 2025 à partir d'une estimation du PIB réel futur par habitant selon la PPA, il faut d'abord calculer la valeur future du PIB réel par habitant selon la PPA pour l'année cible 2035. Cette valeur est ensuite mise à l'échelle à l'aide du rapport entre le PIB nominal par habitant (en dollars américains) et le PIB réel par habitant selon la PPA observé au cours de l'année de référence 2025, ce qui permet de convertir les valeurs réelles fondées sur la PPA en équivalents nominaux pour 2025. Pour exprimer le résultat en dollars canadiens, la valeur par habitant ajustée est multipliée par le taux de change moyen de la période 2025. Enfin, en multipliant ce résultat par la population du Canada en 2025, on obtient le niveau correspondant du PIB nominal agrégé.

Références

Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., Yildirim, M. (2014). The Atlas of Economic Complexity. Cambridge, MA : MIT Press.

Hidalgo, C., Klinger, B., Barabási A., Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. Science, 317(5847), 412-487. <https://doi.org/10.1126/science.1144581>

Lopes, C., Romero, J., Freitas, E. (2023). Smart diversification strategies differentiated by countries' complexity. CEPAL Review, Volume 2024, Issue 143, août 2024, pp 127-147. <https://doi.org/10.18356/16840348-2024-143-7>

Growth Lab de l'Université Harvard (2026). "Growth Projections and Complexity Rankings" [ensemble de données]. <https://doi.org/10.7910/DVN/XTAQMC>

Growth Lab de l'Université Harvard (2026). "Country Trade by Product" [ensemble de données]. <https://doi.org/10.7910/DVN/XTAQMC>

Avis de non-responsabilité

This document is also available in English.

Le présent document offre simplement un tour d'horizon. Il ne vise pas à donner des conseils précis et ne devrait pas être consulté dans cette optique. Il serait malavisé d'agir ou de prendre une décision sans avoir fait une recherche indépendante approfondie et obtenu les conseils d'un spécialiste sur le sujet traité.

Bien qu'Exportation et développement Canada (EDC) ait déployé des efforts commercialement raisonnables pour s'assurer de l'exactitude des renseignements contenus dans le présent document, elle ne garantit d'aucune façon leur exactitude, leur actualité ou leur exhaustivité. Les informations présentées pourraient se périmier, en tout ou en partie, à n'importe quel moment. Il incombe donc aux lecteurs de vérifier les renseignements avant de s'en servir. EDC n'est aucunement responsable des pertes ou dommages découlant d'une inexactitude, d'une erreur ou d'une omission dans le présent document. Le présent document ne vise aucunement à donner des avis juridiques ou fiscaux et ne doit pas servir à cette fin. Pour obtenir des conseils en la matière, veuillez consulter un professionnel qualifié. EDC est propriétaire de marques de commerce et de marques officielles. Toute utilisation d'une marque de commerce ou d'une marque officielle d'EDC sans sa permission est strictement interdite. Toutes les autres marques de commerce figurant dans ce document appartiennent à leurs propriétaires respectifs. Les renseignements présentés peuvent être modifiés sans préavis. EDC n'assume aucune responsabilité en cas d'inexactitudes dans le présent document.

© Exportation et développement Canada, 2026. Tous droits réservés.