

TRANSITION VERS LA PRODUCTION DE VE DANS L'INDUSTRIE AUTOMOBILE QUÉBÉCOISE

ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR L'ÉCONOMIE ET LE MARCHÉ DU TRAVAIL

MARS 2024





À propos de l'Initiative FOCAL

L'Initiative sur l'avenir de la main-d'œuvre de l'industrie automobile canadienne (FOCAL), financée par le gouvernement du Canada, est le fruit d'une collaboration entre la Coalition canadienne de la formation professionnelle et de l'emploi (CSTEC), l'Automotive Policy Research Centre (APRC) et Prism Economics and Analysis.

L'Initiative a produit relativement à l'industrie automobile canadienne de l'information et des données sur le marché du travail, scruté les principales tendances influant sur ce marché, et établi des prévisions de l'offre et de la demande dans les professions clés de l'ensemble de l'industrie.



This project is funded in part by the Government of Canada's Sectoral Workforce Solutions Program



Ce projet est financé en partie par le Programme de solutions pour la main-d'œuvre sectorielle du gouvernement du Canada.

Table des matières

Introduction	1
Contexte	2
Méthode utilisée	4
Scénarios de construction de véhicules et de fabrication de batteries	5
Résultats et conclusions	9
Incidence sur la production	10
Incidence sur l'emploi	12
Analyse	13
Incidence économique générale	14
Construction de camions lourds	14
Fabrication de pièces automobiles	14
Fabrication de batteries	14
Fabrication de matériaux pour batteries, filtrage et exploitation minière	15
Conclusion	17
Annexe A. Schéma des chaînes d'approvisionnement de la production d'automobiles et de batteries	19
Annexe B. Méthode d'analyse de l'incidence des VE en détail	20
Aperçu des tableaux d'entrées-sorties du Canada	20
Analyse détaillée de la structure de coûts à l'aide des tableaux d'entrées-sorties	21
Estimation de la production industrielle et des achats	22
Application d'IMPLAN à la mesure des incidences sur l'industrie dans son ensemble	23
Annexe D. Détails des hypothèses de la fabrication de batteries selon trois scénarios de transition vers les VE	28
Annexe E. Incidence détaillée sur la production et l'emploi selon trois scénarios de transition vers les VE	30
Scénario 1	30
Scénario 2	31
Scénario 3	32
Bibliographie	34

Figures et tableaux

Figure 1. Achats ajustés et maillons de la chaîne d’approvisionnement au sein des industries de la construction d’automobiles et de la fabrication de batteries	5
Figure 2. Volumes historique (2010-2023) et projeté (2024-2040) d’assemblage de véhicules au Québec selon les trois scénarios de production	8
Figure 3. Incidence globale sur la production et l’emploi selon chacun des trois scénarios de transition vers les VE	10
Figure 4. Incidence sur la production d’ici 2040 selon chacun des trois scénarios de transition vers les VE	12
Figure 5. Incidence sur l’emploi d’ici 2040 selon chacun des trois scénarios de transition vers les VE	14
Figure 6. Variation de la production et de l’emploi d’ici 2040 par rapport à 2022	17
Figure 7. Variation de la production et de l’emploi d’ici 2040 par rapport à 2022 (suite)	18
Tableau 1. Quelques projets d’investissement en production de VE et de batteries annoncés au Québec	3
Tableau 2. Hypothèses de fabrication de batteries au Québec d’ici 2040 selon les trois scénarios	8

Résumé

L'industrie automobile du Canada, un moteur clé de la croissance manufacturière et économique du pays, vit en ce moment une vaste transition vers la production de véhicules à émission zéro (VEZ) dans le cadre des efforts des marchés intérieur et mondial visant à réduire les émissions de carbone et à atteindre la carboneutralité d'ici 2050. Au Québec, où la majorité des véhicules lourds du Canada sont produits, le segment de l'assemblage se trouve au cœur de l'industrie de la construction de véhicules lourds du pays.

Le passage de la production de véhicules à moteur à combustion interne (VMCI) à celle de véhicules électriques (VE) dans l'industrie automobile au Québec présente autant de possibilités que de difficultés. La transition donne l'occasion de mettre en place de nouvelles chaînes d'approvisionnement dans le marché intérieur, d'augmenter la capacité de production actuelle et de faire croître la contribution de l'industrie à l'économie, à l'échelle de la province et du pays. Toutefois, elle présente à l'industrie et à sa chaîne d'approvisionnement plusieurs défis, notamment la nécessité d'adapter les procédés, de composer avec l'évolution de la demande de composantes et d'assurer la transition de la main-d'œuvre d'une industrie ou d'un secteur à un autre. Les intervenants de l'industrie doivent également naviguer entre des écueils majeurs malgré les incertitudes et les risques de cette transition.

Le présent rapport détaillé se concentre sur cette transition et son importance pour l'économie québécoise. Ses auteurs ont analysé ses incidences de 2025 à 2040, donnant aux décideurs et aux intervenants de l'industrie des précisions sur les conséquences possibles pour l'économie et le marché du travail. Ce rapport présente les résultats de l'analyse détaillée du passage à la production de VE, particulièrement les véhicules électriques à batterie (VEB). Cette analyse a exigé l'examen minutieux des chaînes d'approvisionnement de la construction d'automobiles et de la fabrication de batteries, auquel s'est ajoutée l'annonce de nouvelles activités de production et des changements associés qui remontent jusqu'à la fabrication de produits chimiques, au traitement des minéraux et à la capacité minière. De plus, l'analyse a porté sur la diminution des activités d'assemblage de VMCI et la contraction de la demande de composantes qui en résultent – le volet parallèle de cette transition. Le calendrier et l'importance des nouvelles opérations et des changements dans la chaîne d'approvisionnement sont exposés dans trois scénarios qui illustrent les divers résultats éventuels – allant de la croissance rapide de la capacité de production de VEB illustrant la transformation réussie de la production en quelques années, à une transition plus graduelle représentant les risques et les obstacles divers qui se présentent à la production et à l'adoption des VE. L'analyse de la production de VE permet d'estimer l'évolution spécifique de la production et de l'emploi aux différents maillons de la chaîne d'approvisionnement. Chaque scénario présente une incidence économique sur plusieurs niveaux.

1. Dans le scénario 1, il est supposé que la production de VEB au Québec soit plus importante, ce qui s'accompagne de la production et du traitement de minéraux de terres rares et de matériaux pour batteries à l'échelle nationale. Dans ce scénario, environ

7,0 milliards de dollars et 17 000 emplois sont ajoutés à l'économie provinciale du Québec.

2. Le scénario 2 suppose une transition plus lente vers la construction de VEB et un volume inférieur de production de batteries, lesquels s'accompagnent en outre d'un succès moindre dans la création d'une capacité de production intérieure de minéraux de terres rares et dans l'obtention de mandats de production. Selon ces hypothèses, 1,3 milliard de dollars et 4 400 emplois sont ajoutés à l'économie provinciale.
3. Le scénario 3, qui combine les hypothèses des deux premiers, permet de prédire que la production atteindra 4,8 milliards de dollars et qu'elle ajoutera près de 13 000 emplois d'ici 2040.

Ces scénarios font ressortir les incidences variables de la transition du Québec vers la production de VE sur la production économique et l'emploi dans diverses industries et dans l'ensemble de l'économie. Compte tenu des hypothèses formulées dans l'étude à l'égard de la fabrication de batteries, ce segment et les industries de sa chaîne d'approvisionnement devraient être les plus avantagés (hausse de la production et création d'emplois) par le démarrage des opérations de fabrication de batteries et des activités connexes.

Bien que plusieurs risques, obstacles et difficultés puissent gêner la transformation de la production et l'adoption des VE, la réussite de la transition exige de l'industrie et des gouvernements qu'ils coordonnent leurs efforts pour réduire les incidences le plus possible et assurer une transition harmonieuse de l'effectif.

Introduction

Le présent rapport fait partie d'une série de rapports de l'Initiative FOCAL qui examinent la transition vers la construction de véhicules électriques (VE)¹ dans le secteur canadien de la construction d'automobile et de la fabrication de batteries. Ce rapport, qui porte sur la transition au Québec, se penche sur l'importante transformation de l'industrie de la construction de véhicules lourds de la province vers la production de VE, un changement motivé par les efforts de décarbonation à l'échelle mondiale et la pression en faveur de l'adoption de véhicules à émission zéro (VEZ) pour atteindre la carboneutralité d'ici 2050². L'industrie de la construction de véhicules lourds et sa chaîne d'approvisionnement contribuent considérablement à l'économie et au PIB du Québec et emploient environ 10 000 travailleurs^{3,4}. La transition vers les VE est marquée par une augmentation de la demande et des investissements dans la technologie des VE, soutenue par des mesures incitatives gouvernementales visant à encourager la production nationale et l'adoption des VEZ.

La transition vers la construction de VE présente à la fois des limites et des possibles pour le Québec. D'une part, elle positionne le Québec et le Canada en tant que chefs de file d'une industrie en pleine croissance, ce qui promet innovation, investissement, nouveaux emplois et meilleure réputation en matière de pratiques durables à l'échelle mondiale. D'autre part, elle nécessite des ajustements substantiels dans les processus de fabrication, les chaînes d'approvisionnement et les compétences de la main-d'œuvre, compte tenu des différences fondamentales entre les VE et les véhicules traditionnels à moteur à combustion interne (VMCI).

Cette transition n'est pas sans obstacle. Les doutes concernant les limites de la technologie des VE, l'infrastructure de recharge, les perturbations de la chaîne d'approvisionnement et les préférences des consommateurs constituent des obstacles importants à l'adoption des VE et à leur production à grande échelle. De plus, les incertitudes politiques et réglementaires pourraient influencer sur le rythme et le succès de cette transition.

Pour assurer la transition des VMCI aux VE, il faudra reconfigurer la chaîne d'approvisionnement de la construction automobile. Les composants traditionnels tels que les moteurs à combustion interne et les systèmes d'échappement seront remplacés par des batteries, des moteurs électriques et des modules de commande d'alimentation, ce qui nécessitera de nouveaux partenariats avec des fabricants de produits chimiques et des sociétés minières. Cette évolution vers une chaîne d'approvisionnement centrée sur la production de batteries sous-tend le passage de processus de fabrication mécaniques à des processus de fabrication électroniques complexes.

¹ Dans le présent rapport, « véhicule électrique » (VE) désigne les véhicules électriques hybrides (VEH) et les véhicules électriques à batterie (VEB).

² Gouvernement du Canada, Environnement et ressources naturelles. *La carboneutralité d'ici 2050*, 2023.

³ Initiative FOCAL. *Importance de l'industrie automobile canadienne*, 2021.

⁴ Statistique Canada. *Produit intérieur brut par industrie (mensuel)*, 2022.

Il est attendu que la transition remodèle le paysage de la production et de l'emploi au sein de l'industrie, ce qui entraînerait potentiellement la création d'emplois dans la fabrication de batteries et les secteurs connexes, tout en provoquant un déclin des emplois liés à la fabrication de VMCI, dont la plupart sont concentrés au Québec. Depuis 2020, d'importants investissements dans la production de VE, de batteries et de composants ont été annoncés au Québec et au Canada, soulignant l'orientation progressive vers la fabrication de VE dans le secteur⁵.

Le présent rapport fournit une vaste analyse et des prévisions exhaustives des incidences de la transition de l'industrie québécoise de la construction automobile vers la production de VE de 2025 à 2040. À l'aide de divers scénarios, il explore les résultats potentiels de cette transition, en tenant compte des risques et des difficultés qui pourraient entraver le passage à la production de VE. Il vise également à offrir un aperçu complet des effets de cette transition sur l'économie et le marché du travail au Québec, en mettant en évidence les possibilités de création d'emplois et de croissance économique.

Ce rapport a pour but de fournir aux responsables des politiques, aux parties prenantes de l'industrie et au gouvernement des informations essentielles sur les incidences, les obstacles et les occasions que présente la transition de l'industrie automobile québécoise vers la production de VE et de batteries. Cette analyse approfondie vise à guider les décisions et l'élaboration de stratégies pour saisir les complexités de cette période de transformation de la fabrication automobile au Québec et au Canada.

Contexte

L'Initiative FOCAL aide les employeurs, les travailleuses et les travailleurs ainsi que les chercheuses et les chercheurs d'emploi à surmonter les difficultés du marché du travail. En plus d'une aide directe sous forme de subventions des salaires et des formations, l'Initiative donne des conseils dans des domaines cruciaux comme la transférabilité des compétences, la diversité, l'immigration et l'apprentissage. Il est attendu que le passage de la production de VMCI à celle de VE dans l'industrie automobile québécoise s'avère un domaine d'intervention clé au cours des années qui viennent.

En 2021, l'Initiative a publié un rapport intitulé *Incidence de la production de VE sur la chaîne d'approvisionnement du secteur de la fabrication automobile : sources, méthodes et conclusions*⁶. Le rapport s'inscrivait dans les premiers efforts consentis par l'Initiative pour évaluer l'incidence de la transition vers la production de VE sur la chaîne d'approvisionnement de l'industrie automobile canadienne. Les résultats de son analyse permettent d'estimer que, à peu de choses près, 16 000 emplois et 64 entreprises sont très vulnérables. Le rapport souligne également les

⁵ Investir au Canada. *Chaîne d'approvisionnement des VE*, s.d.

⁶ Initiative FOCAL. *Incidence de la production de VE sur la chaîne d'approvisionnement du secteur de la fabrication automobile : sources, méthodes et conclusions*, 2021.

hausse possibles de la production et de l'emploi découlant des activités manufacturières liées aux batteries. Il étudie les meilleures méthodes pour quantifier les grandes incidences de la transition de la production de VMCI vers celle de VE sur l'industrie automobile, sa chaîne d'approvisionnement et l'économie.

Comme la construction d'automobiles est étroitement liée à nombre d'autres secteurs et industries, les incidences sur l'économie et le marché du travail peuvent englober des effets directs, indirects et induits susceptibles d'influer sur une grande partie de ces secteurs et de ces industries. Pour cette raison, il s'est avéré nécessaire de mesurer méthodiquement les incidences de cette transition, lesquelles pourront entraîner une transformation des marchés du travail, de la production industrielle et des chaînes d'approvisionnement. Dans le rapport initial de l'Initiative, nous avons reconnu que la méthode des entrées et sorties est l'outil le plus exact pour ce faire. Elle est capable d'intégrer les effets à plusieurs niveaux de la transition sur des industries et des secteurs divers.

Les investissements annoncés récemment qui visent à faire croître les capacités des constructeurs de VE et des fabricants de batteries du Québec soulignent l'importance d'une telle analyse, d'autant plus que la transformation de la production a déjà commencé. Au cours des dernières années, des annonces notables ont été faites dans le domaine de la fabrication de batteries, notamment la construction de l'usine de production de batteries de Northvolt en Montérégie. L'accroissement des capacités de construction de VE et de fabrication de batteries s'accompagne également d'autres annonces concernant la fabrication de matériaux pour batteries, le traitement des matières et l'exploitation minière. Quelques annonces d'investissement en construction d'automobiles et en fabrication de batteries sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Quelques projets d'investissement en production de VE et de batteries annoncés au Québec

Annonce	Détails	Capacité annoncée	Emplacement	Date de démarrage
Usine de batteries de Northvolt	Fabrication de cellules, composantes pour cathodes, recyclage de batteries	30 GWh	Saint-Basile-le-Grand et McMasterville	2026
General Motors et POSCO	Usine de traitement de matériaux actifs cathodiques (MAC)	—	Bécancour	2025

Usine de purification du graphite de Nouveau Monde Graphite	Graphite sphérique purifié enrobé	42 600 tonnes par année	Bécancour	–
Usine de production de matériaux d’anode de Baie-Comeau	Production de matériaux d’anode	200 000 tonnes par année	Baie-Comeau	2026
Projet d’exploitation du lithium à la baie James d’Allkem	Spodumène – lithium à haute teneur	321 000 tonnes par année	Baie-James	2024
Raffinerie de cobalt d’Electra Battery Materials	Sulfate de cobalt pour batteries	6 500 tonnes par année	Temiskaming Shores (Ontario)	2023

Méthode utilisée

Un modèle complet a été mis au point pour évaluer les incidences sur l’économie et le marché du travail de la transition au Québec des VMCI vers les VE et la production de batteries afférente. Utilisant une méthode en deux étapes, le modèle s’appuie sur divers outils analytiques et sources de données, notamment les tableaux des entrées-sorties de Statistique Canada⁷, pour calculer la production et les achats propres à l’industrie pour la construction d’automobiles et la fabrication de batteries. Le modèle projette également les grandes incidences économiques sur la production et l’emploi jusqu’en 2040 à l’aide du logiciel économique IMPLAN⁸, présentées par intervalles de cinq ans.

La production et les achats sont d’abord estimés à l’aide du tableau d’entrées-sorties de niveau D de 2019 pour établir les structures de coûts des véhicules lourds fabriqués au Québec. La structure des prix est ensuite rajustée pour les VEH et les VEB afin de tenir compte des composants et des coûts de fabrication qui leur sont propres, ainsi que de l’évolution des prix des composants des VE, en particulier des batteries.

Le modèle prend également en considération les changements survenus dans les chaînes d’approvisionnement de la construction de camions lourds et de batteries et estime la production

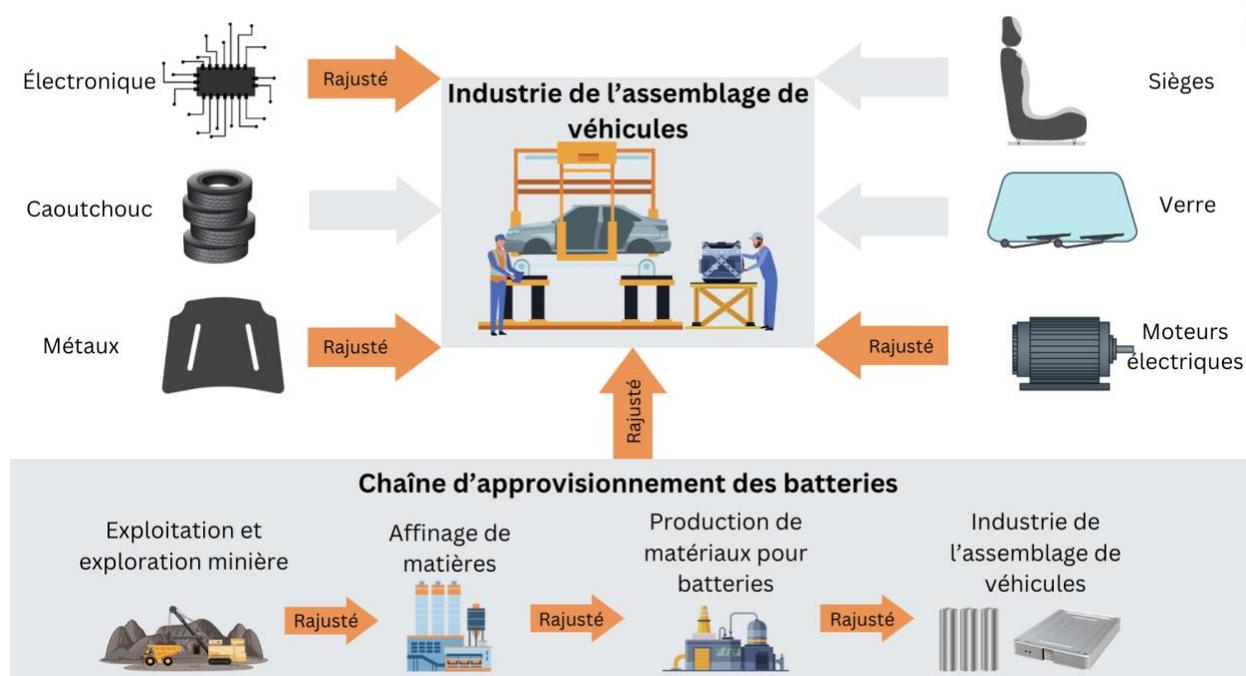
⁷ Statistique Canada. *Tableaux des ressources, des emplois et des entrées-sorties*, 2021.

⁸ Pour en savoir plus sur le processus de modélisation IMPLAN, allez à IMPLAN.com.

totale de ces industries, ce qui permet de tenir compte des différents besoins en matière de fabrication de cellules et de modules de batteries, ainsi que de la production de cathodes et d'anodes, du raffinage et de l'exploitation minière.

Le modèle estime enfin les incidences directes, indirectes et induites sur l'ensemble de l'économie, en se fondant sur la production et les achats du segment de l'assemblage de véhicules, les niveaux d'exportation et les volumes de production des usines de batteries et de la fabrication de matériaux. Cette modélisation complète permet d'estimer les incidences totales sur la production et l'emploi au sein de diverses industries et secteurs.

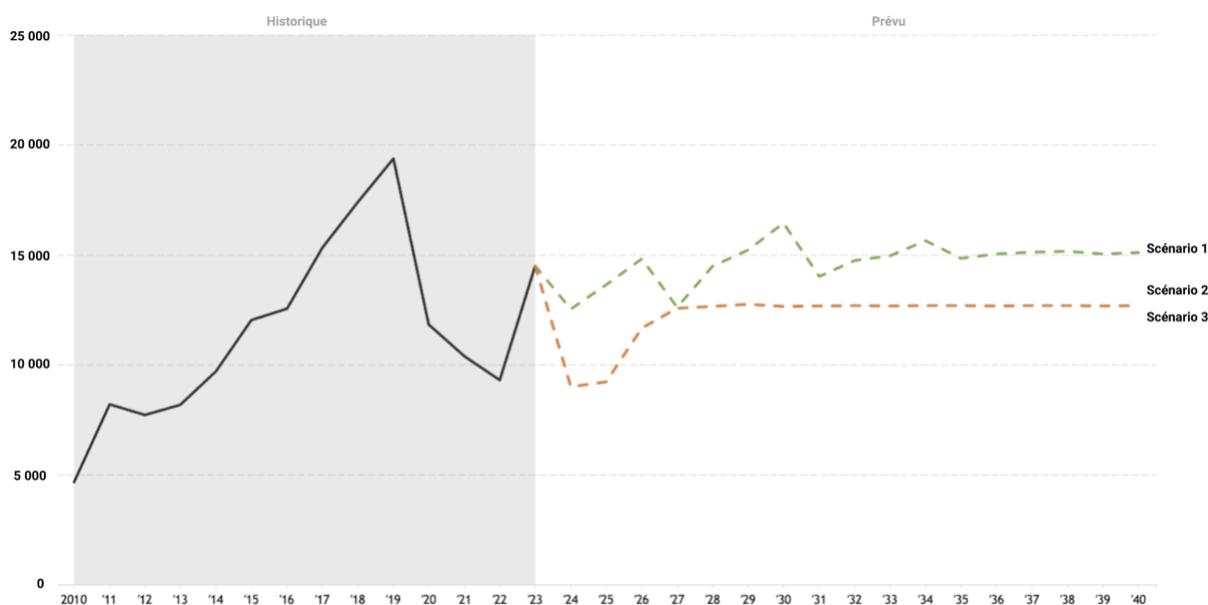
La méthode utilisée dans cette étude est décrite plus en détail à l'annexe B.



Scénarios de construction de véhicules et de fabrication de batteries

L'élaboration de scénarios qui montrent l'incidence sur l'économie et le marché du travail du passage de la production de camions lourds et d'autobus à MCI à celle de camions lourds électriques au Québec est une partie cruciale de l'étude. Pour cette dernière, nous avons conçu trois scénarios détaillés, chacun admettant des hypothèses sur le niveau de production de véhicules, le taux de transition vers la production de camions et d'autobus électriques, les investissements dans la fabrication de batteries et leur production, de même que le niveau d'activité dans les industries de la chaîne d'approvisionnement de la construction d'automobiles

et de la fabrication de batteries⁹. Ces scénarios prévoient l'évaluation d'un éventail de résultats possibles et d'incertitudes découlant de cette transition. L'élaboration de multiples scénarios plutôt qu'un seul permet aussi de mieux explorer et de mieux comprendre les répercussions éventuelles de différents niveaux de production et d'investissement sur la production économique et l'emploi dans un éventail d'industries et de secteurs liés à la construction d'automobiles et à la fabrication de batteries.



Il est primordial que les scénarios et les hypothèses soient à la fois réalistes et exacts pour mesurer l'incidence de la transition vers la production de VE. Pour cette raison, les trois scénarios tirent leurs données de sources multiples, dont le niveau historique de la production d'automobiles, les prévisions de la production de véhicules, les annonces d'investissements dans la fabrication de pièces et de matériaux de batteries, de même que les projets d'exploration et de mise en valeur de mines en cours ou planifiés. Cette méthode nous assure que les scénarios sont vastes et bien étudiés, en plus d'être établis en fonction d'un large éventail de données d'entrée.

Pour explorer les incidences et contributions potentielles de la construction de véhicules et de la fabrication de batteries, il était essentiel d'élaborer un scénario dans lequel l'industrie québécoise de la construction de véhicules lourds pourrait accélérer sa transition au cours de la période de 2025 à 2040, tout en augmentant sa production de véhicules par rapport à 2022. Dans ce cadre, le Québec parvient également à accroître ses capacités de fabrication de batteries, y compris la production de pièces, de matériaux et de minéraux. À l'inverse, dans un deuxième scénario, la transition de l'industrie québécoise de la construction de véhicules lourds vers la production de VE est graduelle, influencée par une série de risques et d'incertitudes, notamment les préférences des consommateurs, la dynamique de la chaîne d'approvisionnement, la construction de

⁹ Compte tenu des volumes minimes de fabrication de véhicules légers au Québec, seules des hypothèses de production de véhicules lourds ont été élaborées pour notre étude.

l'infrastructure et les niveaux d'investissement. En 2040, l'industrie produit une gamme diversifiée de véhicules, y compris des VMCI, des hybrides et des VEB et les taux de production de véhicules sont stables. La fabrication nationale de batteries n'a augmenté que modestement et ne répond pas entièrement à la faible demande canadienne et américaine de composants et de matériaux pour les batteries. Le troisième scénario reprend des éléments des deux premiers, et il est supposé que la transition vers la production de VE au Québec s'effectue à un rythme similaire à celui du scénario 1, mais que les taux de production n'augmentent pas. Même si le Québec réussit à stimuler la production nationale de batteries, l'industrie continue à dépendre partiellement de matériaux et de minéraux importés pour répondre à ses besoins.

En élaborant ces trois scénarios, nous avons posé les hypothèses suivantes. Elles sont résumées à la figure 2 et au tableau 2, et exposées en détail aux annexes C et D.

Scénario 1

Dans ce scénario, on suppose que l'industrie québécoise de la construction de véhicules lourds effectue une transition rapide vers la production de VEB au cours de la période de prévision. Parallèlement, les niveaux de production de véhicules lourds au Québec passent d'environ 9 300 véhicules en 2022 à plus de 15 000 en 2040. On suppose également que deux usines de batteries (ayant une capacité totale de 67,5 GWh) entrent en service au Québec pendant cette période et qu'elles fonctionnent à 75 % de leur capacité, c'est-à-dire une capacité équivalant à près de 50,5 GWh en batteries pour VE. Pendant la formation de la chaîne d'approvisionnement de la fabrication de batteries, les installations québécoises de matériaux pour batteries, d'affinage et de filtrage de matières pour batteries, de même que les industries minières, sont capables de répondre à 100 % de la demande intérieure en matériaux et en minéraux des fabricants de batteries.

Scénario 2

L'industrie québécoise de la construction de véhicules lourds passe progressivement à la production de VE et, en 2040, produit une majorité de VMCI et une part d'hybrides et de VEB. La production de véhicules lourds augmente pour atteindre environ 12 700 véhicules tout au long de la période de prévision. Seulement une usine de batteries entre en service pendant la période allant de 2025 à 2040. Elle fonctionne en moyenne à 30 % de sa capacité et produit près de 9 GWh. Les matériaux pour batteries (pour cathodes et anodes), de même que les minéraux pour batteries sont pour la plupart importés pour satisfaire à la demande des producteurs de batteries du pays. Seulement 10 % des matières et des minéraux pour batteries sont fournis par des installations du Québec qui entreront en service entre 2025 et 2040.

Scénario 3

Dans le troisième scénario, le Québec produit en 2040 près de 12 700 véhicules lourds. Dans ce scénario, le rythme de la transition est similaire à celui du scénario 1. La production de batteries

pour VE s'intensifie pour atteindre une capacité équivalant à 50,5 GWh. Toutefois, seulement 55 % de la demande intérieure en matériaux pour cathodes et anodes, de même qu'en minéraux pour batteries est satisfaite par des installations québécoises.

Figure SEQ Figure * ARABIC 2. Volumes historique (2010-2023) et projeté (2024-2040) d'assemblage de véhicules au Québec selon les trois scénarios de production

Pour élaborer les trois scénarios, nous avons acheté des données prévisionnelles sur la production de véhicules lourds à GlobalData Automotive Production Forecast et à S&P Global Automotive Production Forecast. Les deux ensembles de données présentaient une ventilation détaillée de la production de véhicules projetée, par type de groupe motopropulseur et taille de véhicule au Canada (production de véhicules lourds au Québec) et partout en Amérique du Nord pour les 10 à 15 prochaines années. Pour couvrir la période de cette analyse, les deux ensembles de données ont été étendus jusqu'en 2040.

Tableau 2. Hypothèses de fabrication de batteries au Québec d'ici 2040 selon les trois scénarios

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Nombre d'usines de batteries (d'ici 2040)	2	1	2
Capacité de production de batteries (d'ici 2040)	50,5 GWh	9,0 GWh	50,5 GWh
Fabrication de cathodes et d'anodes ¹⁰	100 %	10 %	55 %
Filtrage de matières ¹⁰	100 %	10 %	55 %
Exploitation minière ^{10,11}	100 %	10 %	55 %

Comme c'est le cas des capacités actuelle et potentielle de fabrication de batteries, nous avons réuni des données sur tous les projets annoncés et planifiés de production de composantes et de matériaux pour batteries dans l'ensemble du Québec. Ces informations et données ont servi à construire les hypothèses appuyant les trois scénarios de notre étude. Nous avons consulté des experts de l'industrie sur le champ d'application et la valeur pratique des hypothèses de chacun des scénarios.

¹⁰ En ce qui a trait à la demande intérieure en amont de matériaux pour batteries.

¹¹ Sauf le cobalt.

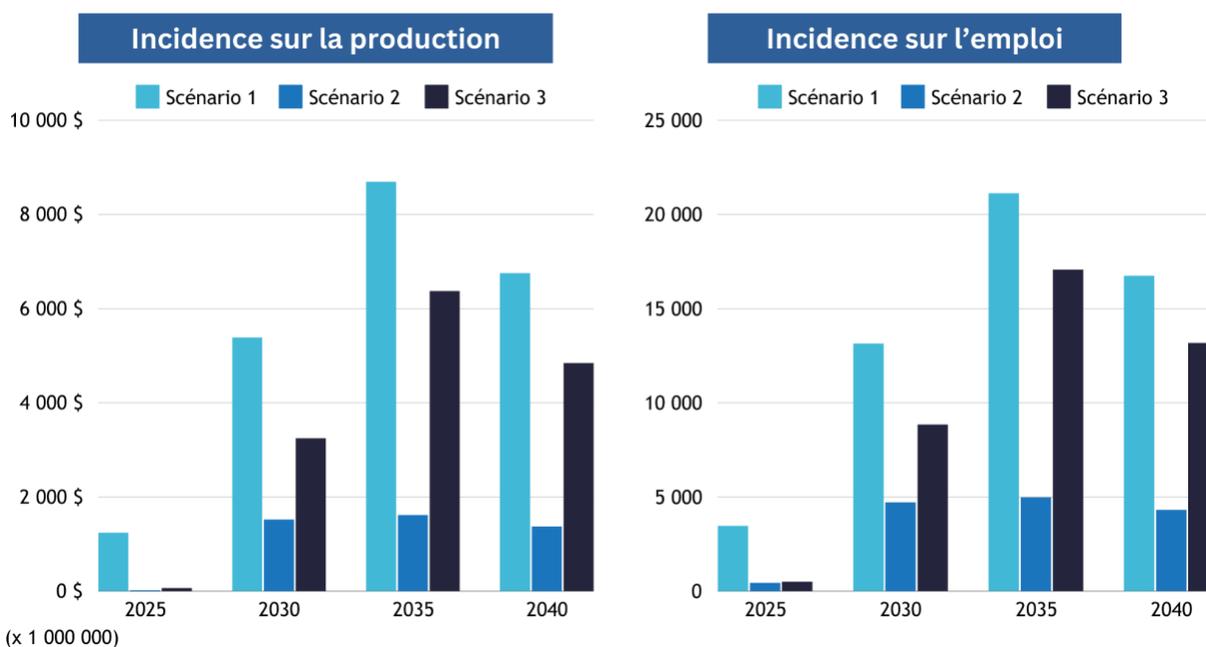
Résultats et conclusions

Conformément aux trois scénarios contenus dans le présent rapport, la transition de l'industrie québécoise de la construction de camions lourds vers la production d'autobus et de camions électriques, ainsi que la fabrication de batteries, ont des répercussions variables sur l'économie du Québec, mesurées par rapport aux niveaux de production et d'emploi de 2022.

Le scénario 1 illustre une poussée ambitieuse vers la production d'autobus et de camions électriques et de batteries. Dans ce scénario, la production québécoise augmente pour atteindre environ 8,5 milliards de dollars d'ici 2035, puis 6,5 milliards de dollars jusqu'en 2040. L'emploi augmente également, atteignant plus de 20 000 emplois d'ici 2035 et plus de 16 000 jusqu'en 2040, ce qui souligne le potentiel important de création d'emplois grâce à des investissements massifs liés aux VE.

Dans le scénario 2, une transition modérée, moins axée sur la fabrication de batteries, se traduit par une empreinte économique distincte. Dans ce scénario, la croissance de la production demeure inférieure à 2 milliards de dollars tout au long de la transition, tandis que l'augmentation de l'emploi demeure inférieure à 5 000.

Figure 3. Incidence globale sur la production et l'emploi selon chacun des trois scénarios de transition vers les VE



Le scénario 3 présente une transition accélérée vers la production d'autobus et de camions électriques, parallèlement à une croissance modeste des capacités de fabrication de batteries. Il en résulte une trajectoire économique modérée, la production augmentant d'environ 5,0 milliards

de dollars d'ici 2040. La croissance de l'emploi est comparable à celle du scénario 1, soit environ 14 000 emplois créés d'ici 2040.

Soulignons que tous les scénarios ont une tendance commune : un pic de la production et de l'emploi dans la province en 2035, suivi d'un déclin marginal jusqu'en 2040. Cette tendance correspond à la stabilisation des processus de fabrication de batteries et à la réduction des coûts des composants et des matériaux des batteries grâce à l'amélioration de l'efficacité et de la mise à l'échelle de la production.

Les incidences propres à la production et à l'emploi dans chaque scénario sont détaillées dans l'annexe E du présent rapport, laquelle fournit une analyse approfondie pour 18 industries de la construction de camions lourds, de la production de batteries et de leurs chaînes d'approvisionnement étendues.

Incidence sur la production

Dans le scénario 1, l'industrie de la construction de camions lourds au Québec connaît une augmentation de la production. En 2035 et en 2040, l'industrie enregistre une hausse substantielle d'environ 850 millions de dollars.

Étant donné la taille relativement petite de l'industrie de la fabrication de pièces de véhicules du Québec par rapport à celle de l'Ontario, la variation de la production de cette industrie au cours de la période de prévision devrait être minime.

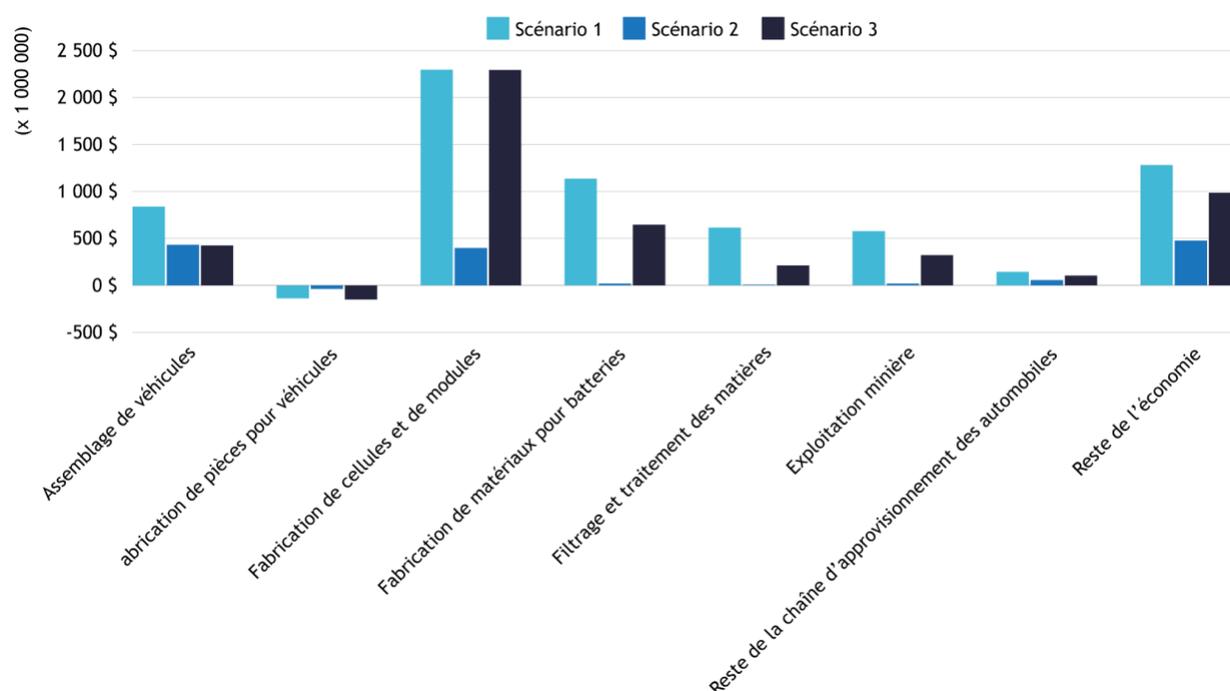
Il est supposé que les deux usines de fabrication de batteries soient mises en service au Québec au cours de la période de prévision du scénario 1. Ainsi, la production de l'industrie de la fabrication de batteries devrait augmenter d'environ 3,1 milliards de dollars d'ici 2035, et puis de 2,3 milliards de dollars jusqu'en 2040. La légère baisse de la production entre 2035 et 2040 peut être attribuée à la diminution du prix des batteries, qui est directement liée à la mise à l'échelle et à la productivité de la fabrication au sein de l'industrie.

Une augmentation de la production est également prévue pour les industries du traitement des matières et de l'exploitation minière au Québec. L'industrie du traitement des matières, qui comprend la fabrication de matériaux pour batteries, ainsi que le traitement et le filtrage des matières, connaît une augmentation de la production d'environ 1,7 milliard de dollars d'ici 2040. Par ailleurs, la production de l'industrie minière devrait augmenter d'environ 600 millions de dollars d'ici la fin de la période de prévision.

Avec le passage accéléré à la production de camions et d'autobus électriques ainsi qu'à la fabrication de batteries, le reste de l'économie devrait bénéficier d'une augmentation de l'activité équivalente à 1,3 milliard de dollars d'ici 2040.

Dans le scénario 2, une croissance moindre de la production est attendue dans l'industrie de la construction de camions lourds. La valeur de la production de l'industrie aura augmenté d'environ 450 millions de dollars à la fin de la période de prévision.

Figure 4. Incidence sur la production d'ici 2040 selon chacun des trois scénarios de transition vers les VE



La fabrication de batteries connaît également une augmentation relativement plus faible de la production, d'environ 400 millions de dollars d'ici 2040. Dans ce scénario, la production des industries du traitement des matières et de l'exploitation minière ne devrait que minimalement varier. Dans le reste de l'économie, l'activité n'augmente que d'environ 500 millions de dollars.

Dans le scénario 3, la production dans la construction de camions lourds devrait augmenter d'environ 450 millions de dollars. Celle de la fabrication de batteries devrait augmenter d'environ 2,3 milliards de dollars d'ici 2040, ce qui est similaire à l'augmentation de la production dans le scénario 1 pour cette industrie.

Les industries du traitement des matières et de l'exploitation minière au Québec bénéficient également de l'augmentation de la production de batteries. Toutefois, à 55 % de la demande intérieure en amont, l'industrie du traitement des matières devrait croître de 860 millions de dollars et l'exploitation minière, de 325 millions de dollars d'ici 2040. Dans le reste de l'économie, l'activité augmente d'environ 1,0 milliard de dollars d'ici la fin de la période de prévision.

Incidence sur l'emploi

Dans le scénario 1, en ce qui concerne l'incidence sur l'emploi d'ici 2040, il devrait y avoir 1 460 emplois de plus dans l'industrie de la construction de camions lourds. La croissance de la fabrication de batteries au Québec est robuste dans ce scénario, et environ 5 950 emplois seraient créés d'ici 2040.

Il devrait y avoir une hausse de l'emploi dans l'industrie du traitement des matières, avec une augmentation de près de 1 600 emplois d'ici 2040, tandis que 1 000 emplois devraient être créés dans l'exploitation minière, ce qui reflète le besoin croissant de matières premières pour la production de batteries.

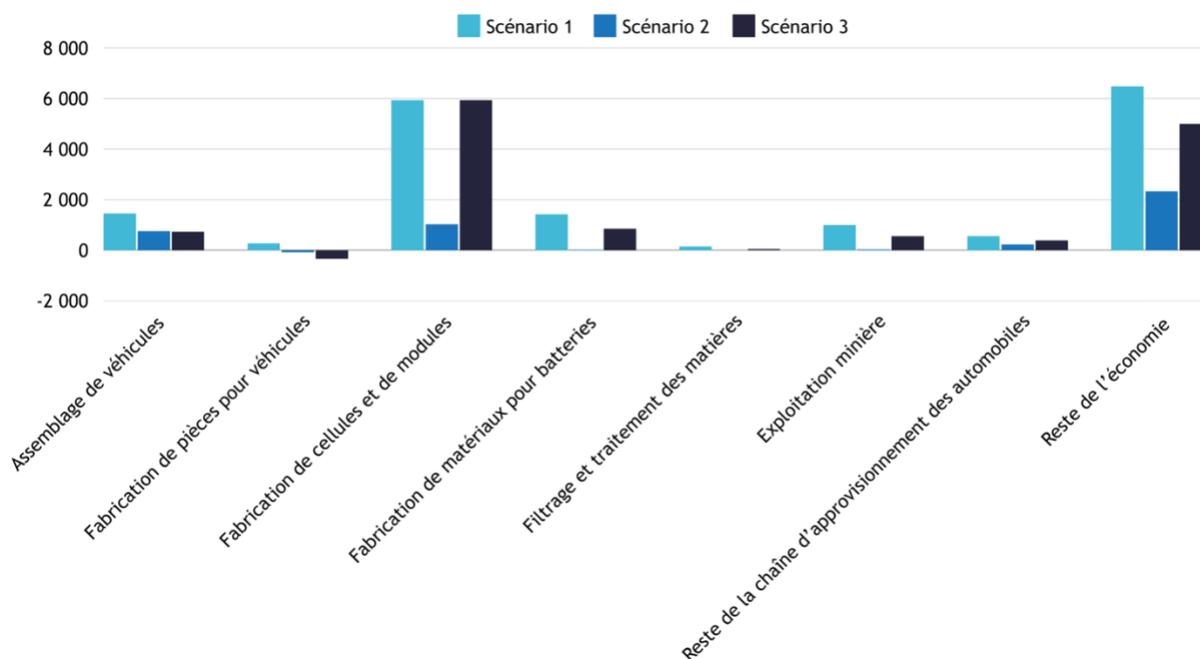
Environ 7 000 emplois devraient être créés d'ici la fin de la période de prévision selon ce scénario dans le reste de la chaîne d'approvisionnement de la construction automobile et le reste de l'économie du Québec.

Dans le scénario 2, les projections d'emploi indiquent des changements moindres dans les différentes industries tout au long de la période de transition. Dans la construction de camions lourds, 752 emplois devraient être créés d'ici 2040.

L'emploi dans l'industrie de la fabrication de batteries montre également une augmentation moins prononcée, soit 1 000 emplois d'ici 2040. Ce chiffre correspond aux capacités relativement plus faibles de la production de batteries au Québec dans ce scénario.

Le traitement des matières et l'exploitation minière enregistrent une augmentation minimale de l'emploi, tandis que seuls 2 300 emplois sont créés dans le reste de l'économie.

Figure SEQ Figure. Incidence sur l'emploi d'ici 2040 selon chacun des trois scénarios de transition vers les VE



Selon le scénario 3, l'industrie de la construction de camions lourds devrait ajouter 740 emplois d'ici 2040. Comme dans le scénario 1, la fabrication de batteries devrait connaître une hausse importante de l'emploi, avec une augmentation remarquable d'environ 5 950 emplois d'ici 2040, ce qui correspond à l'importance des investissements dans ce secteur selon ce scénario.

Le traitement des matières et l'exploitation minière devraient créer environ 1 500 emplois d'ici 2040, ce qui témoigne de la demande de matériaux, tandis qu'environ 5 500 emplois devraient être créés dans le reste de l'économie.

Analyse

L'analyse présentée dans le présent rapport se penche sur la transition vers la production de camions et d'autobus électriques et de batteries dans le secteur automobile du Québec, et offre un examen détaillé des résultats potentiels pour l'économie et le marché du travail, qui se situent entre 2 et 6,5 milliards de dollars en ce qui concerne la production ajoutée, et pourrait créer jusqu'à 16 000 emplois dans la province. Cette transition devrait avoir des incidences vastes et variées sur de nombreuses industries, outre la construction de véhicules lourds, y compris les industries minières. L'examen des trois scénarios permet de formuler plusieurs observations sur l'incidence économique, l'assemblage de véhicules, la fabrication de pièces et la fabrication de batteries.

Incidence économique générale

Les scénarios 1 et 3, qui supposent tous deux un passage accéléré à la production de VEB, laissent croire que la transition vers la production de VE est cruciale pour le Québec, même si leurs niveaux de production de véhicules diffèrent. Le scénario 1 prévoit une augmentation de la production de plus de 6,8 milliards de dollars et la création de près de 16 000 emplois d'ici 2040, grâce à la hausse de la production de véhicules, à une transition rapide vers les camions électriques à batterie et à l'augmentation des capacités de production de batteries. Le scénario 3, bien que ses volumes de production de véhicules soient inférieurs à ceux du scénario 1, prévoit également des avantages économiques substantiels grâce à la transition rapide vers la production de VE et aux investissements dans la fabrication de batteries. Le scénario 2, qui illustre une transition plus lente et des investissements minimes dans la production de batteries, souligne les risques d'un retard dans le passage à la production de VE et de batteries.

Construction de camions lourds

En 2022, l'industrie de la construction de camions lourds au Québec avait une production de 1,8 milliard de dollars et employait environ 3 800 personnes. Dans tous les scénarios, une croissance est observée d'ici 2040, sous l'effet de divers facteurs, notamment l'augmentation des niveaux de production dans le scénario 1 et le passage à une production plus coûteuse de VEB. Les scénarios 2 et 3 mettent en évidence le potentiel économique de la production de VE et de VEB par rapport aux VMCI, étant donné que les niveaux de production sont similaires, mais que la valeur de la production est plus élevée dans la construction axée sur les VEB.

Fabrication de pièces automobiles

Compte tenu de la petite taille de l'industrie québécoise de la fabrication de pièces pour véhicules par rapport à celle de l'Ontario, malgré certaines pertes dans cette industrie, peu de changements sont observés dans la production et l'emploi dans cette industrie au Québec à la suite du passage à l'électrification des véhicules.

Fabrication de batteries

L'industrie de la fabrication de batteries est destinée à connaître une croissance importante au Québec, alimentée par des investissements dans la fabrication de cellules et de modules de batteries. Cette croissance se traduirait par une augmentation potentielle de la production allant de 400 millions de dollars (scénario 2) à 2,3 milliards de dollars (scénarios 1 et 3) d'ici 2040, et par une tendance similaire de la croissance de l'emploi. Cette expansion souligne le potentiel de l'industrie à contribuer grandement à l'économie.

Fabrication de matériaux pour batteries, filtrage et exploitation minière

Les investissements dans le renforcement des capacités nationales au sein de la chaîne d'approvisionnement de la fabrication de batteries devraient être bénéfiques pour plusieurs industries, entraînant une croissance substantielle de la production et de l'emploi dans les secteurs de la fabrication de produits chimiques, de la fabrication de matériaux et de l'exploitation minière. Le scénario 1, en particulier, montre un potentiel de production de plus de 2,3 milliards de dollars et la création de plus de 2 600 emplois d'ici 2040 dans ces secteurs.

L'analyse donne à penser que, en raison de la petite taille de son industrie de fabrication de pièces pour véhicules, l'économie du Québec devrait connaître des pertes peu prononcées à la suite du passage à la production de VE et de batteries dans son industrie automobile. Surtout, il n'est attendu dans aucun des scénarios décrits dans le présent rapport que l'industrie québécoise, en particulier celle de la construction de véhicules lourds, passe entièrement à la production de VEB. En raison de la taille des véhicules, des progrès dans la technologie des véhicules et des batteries (en particulier en ce qui concerne l'autonomie) et de la durée de vie globale des véhicules, une transition relativement lente est prévue dans l'industrie de la construction de camions lourds.

L'électrification des véhicules et la fabrication de batteries se traduiront par une croissance de l'activité économique dans le secteur automobile, en particulier dans les industries émergentes liées aux VE. Pour réussir cette transition, il est essentiel d'aider les entreprises et les travailleurs à s'adapter, notamment en réoutillant les activités, en modernisant la machinerie et en améliorant les compétences des travailleurs. L'important potentiel de croissance économique et d'emploi dans la chaîne d'approvisionnement de la fabrication de batteries laisse croire en outre qu'il est nécessaire de mettre en place une démarche stratégique à l'échelle provinciale ou nationale pour mener efficacement cette transition, en encourageant l'investissement et la croissance au delà de la production de véhicules et de batteries.

Figure 6. Variation de la production et de l'emploi d'ici 2040 par rapport à 2022

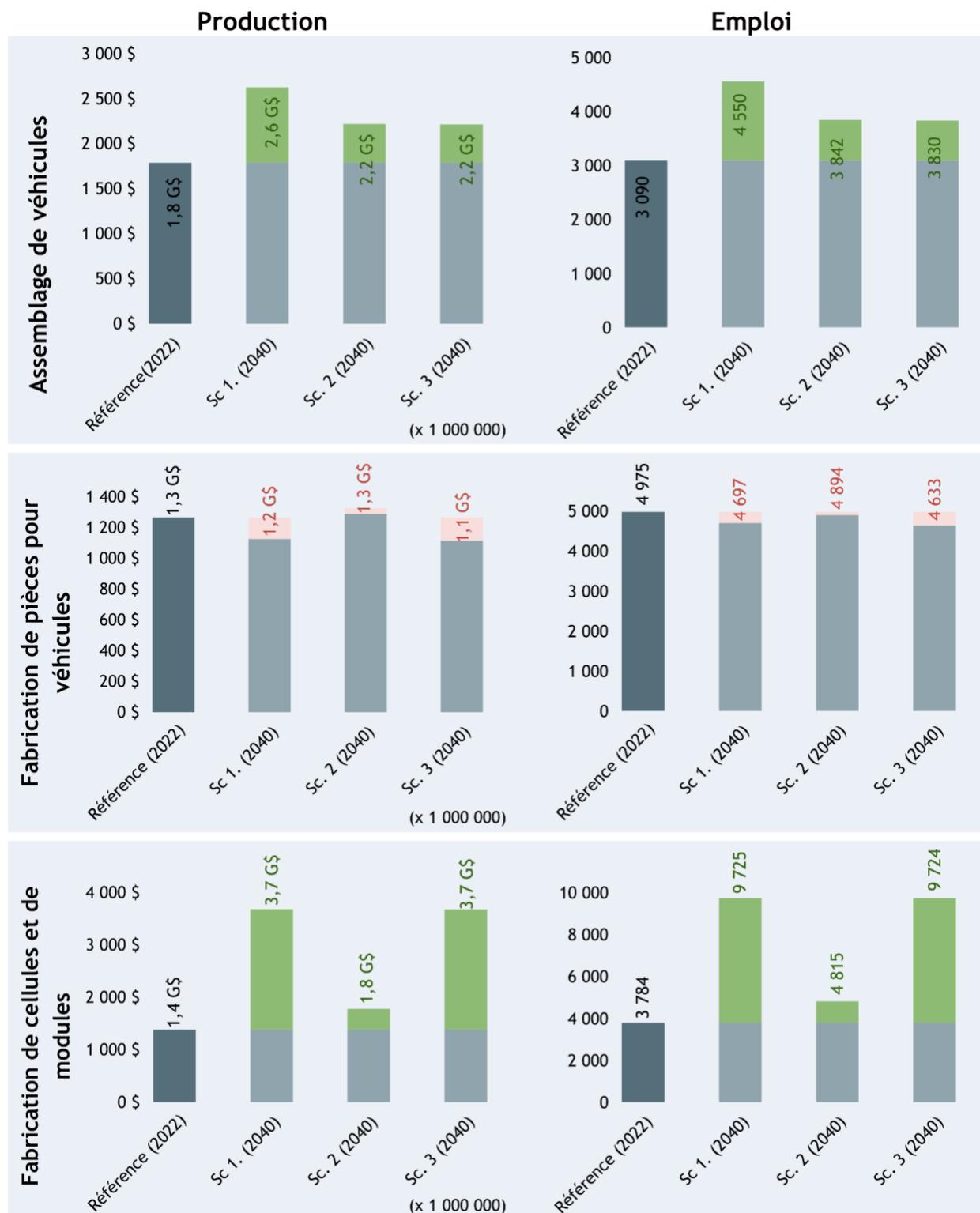
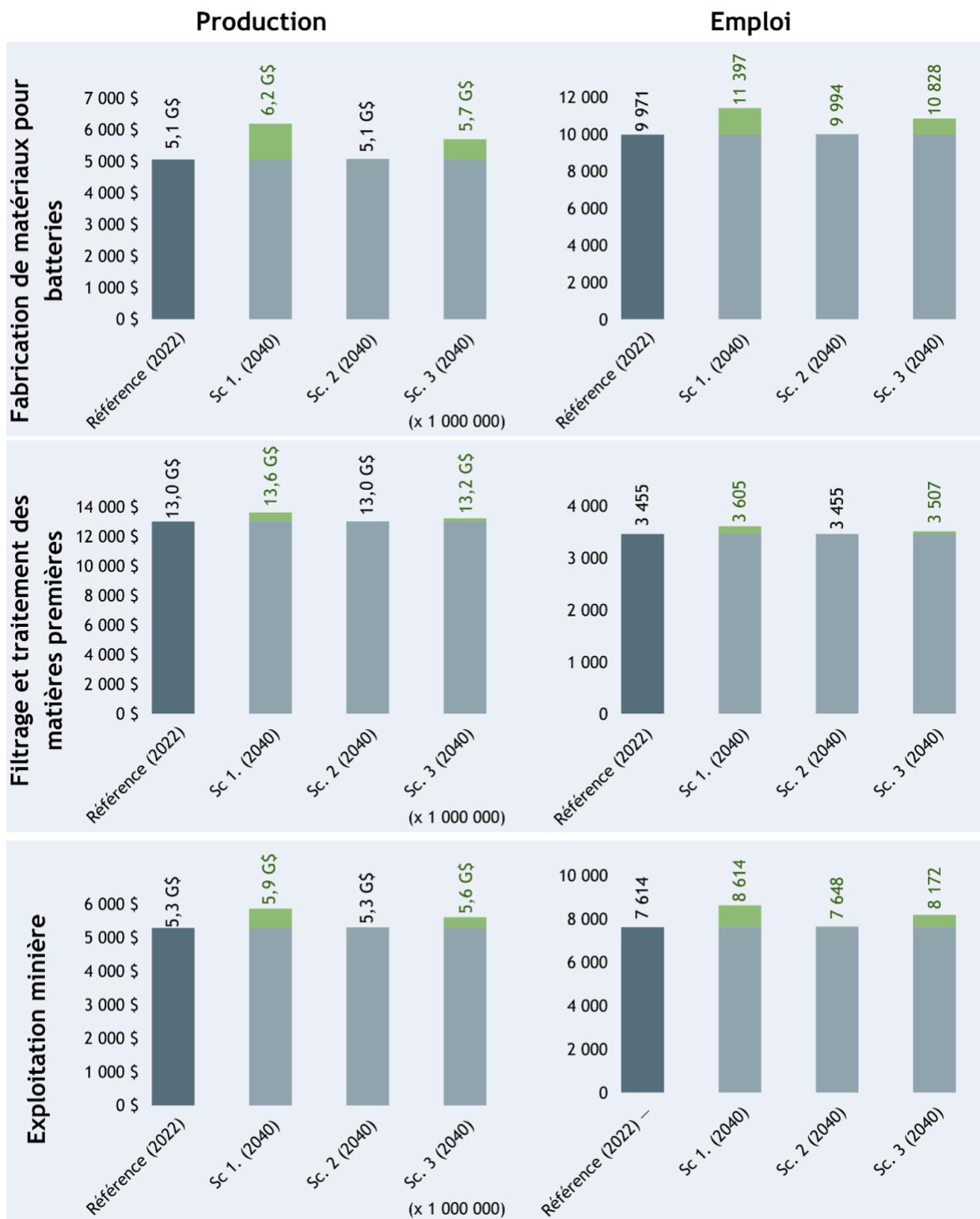


Figure 7. Variation de la production et de l'emploi d'ici 2040 par rapport à 2022 (suite)

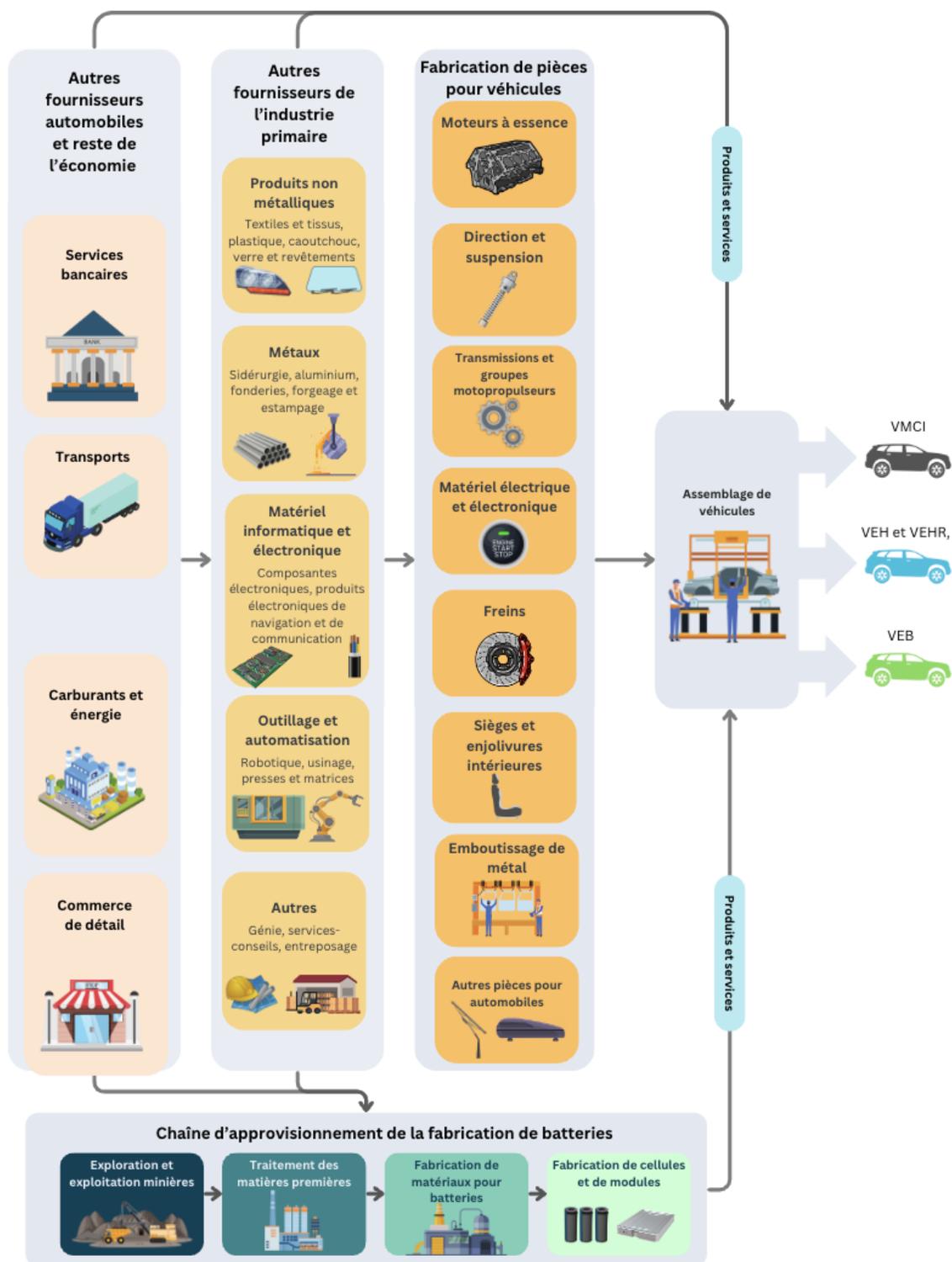


Conclusion

Il ressort des résultats de l'analyse présentés dans le présent rapport que le passage aux VE dans l'industrie québécoise de la construction de camions lourds entraînera une croissance au sein de cette industrie qui s'étendra à l'ensemble de l'économie. L'abandon graduel de la production de VMCI par l'industrie exigera une adaptation technologique non négligeable, le recyclage et la transition de la main-d'œuvre, ainsi qu'un réalignement des chaînes d'approvisionnement. Grâce à ces efforts, l'immense potentiel de croissance économique, de création d'emplois et de durabilité environnementale pour le Québec et le Canada pourra se concrétiser.

Dans le présent rapport, nous avons exploré les divers aspects de cette transition et avons représenté dans des scénarios les différentes issues possibles. Les résultats de cette analyse font état d'un potentiel non négligeable de croissance de la production et de la création d'emplois au Québec et au Canada si l'industrie automobile réussit à faire croître ses capacités de construction de véhicules et de fabrication de batteries. Les résultats indiquent également que l'économie du Québec, particulièrement ses industries de la construction de véhicules lourds et de la fabrication de batteries, joue gros dans cette transition. Le succès de la transition est lié à de multiples facteurs, notamment l'obtention de nouveaux mandats de production de véhicules au Québec, l'augmentation de la capacité nationale de la production de batteries et les achats des composantes et des matériaux pour batteries requis.

Annexe A. Schéma des chaînes d'approvisionnement de la production d'automobiles et de batteries



Annexe B. Méthode d'analyse de l'incidence des VE en détail

Pour prévoir l'incidence sur l'économie et le marché du travail de la transition vers la production de VE et de la fabrication de batteries au Québec, nous avons conçu un modèle de prévision pour VE. Ce modèle utilise une méthode en deux étapes et divers outils d'analyse. La première étape consiste en l'estimation de la production et des achats d'un groupe choisi d'industries clés au sein de la construction d'automobiles, de la fabrication de batteries et de leur chaîne d'approvisionnement. Pour ce faire, nous avons conçu dans Microsoft Excel un modèle qui incorpore des données techniques et économiques tirées de sources multiples. Après avoir estimé la production et les achats dans ces industries, il a fallu dans la seconde étape utiliser le logiciel économique d'IMPLAN pour évaluer les incidences directe, indirecte et induite de la transition vers la production de VE et la fabrication de batteries. Cette évaluation couvre plus de 230 industries de l'économie québécoise. Les résultats fournissent deux indicateurs économiques clés, l'incidence sur la production et celle sur l'emploi. L'évolution de la production et de l'emploi est quantifiée, puis présentée par intervalles de cinq ans sur la période allant de 2025 à 2040. Les sections ci-après représentent en détail la structure du modèle de prévision pour VE.

Aperçu des tableaux d'entrées-sorties du Canada

Créés et tenus à jour par Statistique Canada, les tableaux d'entrées-sorties font partie intégrante des outils d'analyse économique du pays et de la province. Ils donnent un aperçu complet des transactions économiques entre les divers secteurs et industries de l'économie. Ils permettent de savoir comment la production d'une industrie devient un intrant pour une autre, et de voir l'interdépendance entre les industries, les secteurs et l'économie tout entière. Les tableaux d'entrées-sorties sont organisés en une structure multi-niveaux, allant des agrégats globaux aux données détaillées propres à un secteur (les niveaux L, M, H et D)¹². Cette structure permet divers degrés d'analyse, allant de l'aperçu général des relations économiques à l'étude sectorielle approfondie.

Le tableau de niveau D représente le plus détaillé des quatre niveaux, offrant des données précises sur les transactions économiques. Il contient 236 industries et environ 500 produits de base, ce qui permet aux analystes de scruter les interactions économiques complexes avec une grande précision.

¹² Les tableaux d'entrées-sorties sont organisés en une structure à plusieurs niveaux. Le niveau L (le niveau d'agrégation le plus bas) donne un aperçu macroéconomique général, l'économie étant regroupée dans quelques grands secteurs ; le niveau M (moyen) offre un niveau de détail intermédiaire en divisant l'économie en un certain nombre d'industries ; le niveau H (élevé) propose un niveau de détail plus élevé et un plus grand nombre d'industries ; enfin, le niveau D (le plus détaillé) présente la vision la plus précise de l'économie en exposant en détail des centaines de sous-industries pour approfondir l'analyse.

Analyse détaillée de la structure de coûts à l'aide des tableaux d'entrées-sorties

Dans le cadre du passage de l'industrie automobile de la production de VMCI à celle de VE, le tableau de niveau D est une ressource précieuse. Il permet d'analyser la façon dont l'évolution de la production et de l'emploi dans l'industrie automobile influent sur les industries connexes, comme la fabrication de pièces (pour la production de MCI, notamment), la production de batteries, la fabrication de produits chimiques et l'exploitation minière.

Dans cette étude, le tableau de niveau D de 2019 a servi à établir une répartition détaillée de la structure de coûts du véhicule moyen produit au Québec. En analysant le tableau, nous avons pu déterminer les valeurs d'entrée, ou les achats de l'industrie de la construction de camions lourds (code 336120 du SCIAN) auprès de chacune des 236 industries. Ces valeurs ont ensuite été divisées par le nombre total de camions et d'autobus produits au Québec en 2019 pour obtenir le coût de production moyen, de même que les valeurs d'entrée apportées par chacune des 236 industries, par véhicule. Vu que le VMCI était le type dominant de véhicule fabriqué par les constructeurs de camions lourds en 2019, la structure de coûts obtenue est essentiellement celle d'un camion ou d'un autobus à MCI produit ici.

Par la suite, pour obtenir les coûts de production et les structures de coûts des VEH et des VEB, nous avons apporté des modifications à ces valeurs d'entrée ou achats, par véhicule. Ces modifications tiennent compte des différentes prescriptions relatives à la fabrication, du coût des pièces et des composantes précis, notamment sur les camions lourds électriques à batterie d'une capacité moyenne de 500 kWh¹³. Nous avons également ajouté d'autres composantes à ces véhicules, notamment des inverseurs, des convertisseurs, des fils à haute tension et des modules de commande d'alimentation, le cas échéant. Les modifications ont également tenu compte de la plus faible teneur des VEH en composantes pour VMCI, et de leur absence dans les VEB. En ce qui concerne les VEB, les achats de composantes propres aux MCI, comme les pistons, les silencieux et les réservoirs de carburant, ont été éliminés de la structure de coûts. Le coût des composantes et les détails techniques proviennent de sources multiples, dont l'outil de modélisation du département de l'Énergie des États-Unis qui permet d'estimer la performance et le coût des batteries (le BatPaC)¹⁴, les données de Munro sur la ventilation du coût des véhicules¹⁵, ainsi que le rapport d'UBS intitulé *Evidence Lab Electric Car Teardown*¹⁶.

Il est important de noter que les coûts de production et les structures de coûts des VEB varient de façon non négligeable au fil du temps. Le prix par kilowatt-heure des systèmes de batterie,

¹³ L'établissement du prix des modules suppose que c'est le segment de l'assemblage de véhicules qui s'approvisionne auprès de l'industrie manufacturière des batteries.

¹⁴ Argonne National Laboratory (ANL). *Battery Performance and Cost Modeling for Electric-Drive Vehicles (BatPaC)*, 2022.

¹⁵ Munro & Associates. *BMW i3 Cost Analysis*, 2020.

¹⁶ UBS. *UBS Evidence Lab Electric Car Teardown—Disruption Ahead? 2017*.

notamment, enregistre des fluctuations sous l'effet des progrès de la technologie des batteries, des économies d'échelle des installations de production et de la variation du coût des matières premières. Quant à l'évolution future, on s'attend à ce que le prix par kilowatt-heure des blocs-batteries continue de diminuer de façon non négligeable au cours des prochaines années. Cette variabilité des prix souligne l'importance de la prise en compte de l'évolution du coût des batteries et des autres composantes pour véhicules dans les prévisions des coûts de production de chaque type de véhicule. Ces considérations sont cruciales pour comprendre l'incidence de la production d'un éventail de ces véhicules sur l'industrie automobile québécoise. Par conséquent, dans le modèle de prévision pour VE de l'Initiative FOCAL, l'évolution du prix des composantes et des pièces est représentée en fonction du temps, assurant une approche exhaustive et dynamique de la modélisation économique de l'industrie et de la chaîne d'approvisionnement.

Pour les besoins de la présente étude, nous avons supposé que les blocs-batteries sont assemblés à la même étape que les véhicules, activités qui concernent l'industrie de la construction de véhicules lourds. Donc, la structure de coûts de chaque type de véhicules (et par conséquent, les achats du segment de l'assemblage de véhicules) comprend les achats de systèmes de gestion thermique et de gestion de la consommation d'énergie, d'enveloppes de batterie et de systèmes de chauffage.

En remontant les chaînes d'approvisionnement de la construction d'automobiles et de la fabrication de batteries, nous avons apporté des modifications à l'industrie de la fabrication de batteries et de piles (code 335910 du SCIAN). Pour déterminer les achats de matériaux nécessaires par unité, nous avons établi une structure de coûts pour les cellules et une pour les modules. D'après les données techniques de la composition des cellules, quatre structures de coûts ont été mises sur pied, une pour la composition chimique de chaque matériau : NCA, NMC622, NMC811 et LFP. Ces structures de coûts englobent les composantes et les matériaux destinés aux électrodes positives et négatives, aux collecteurs de courant, aux séparateurs et aux contenants pour cellules, lesquels sont communs à tous les types de batteries. Dans le cas des modules, la structure de coûts tient compte de composantes comme les enceintes, les régulateurs de courant et les conducteurs thermiques.

Enfin, des modifications ont été apportées aux achats de l'industrie de la fabrication de cathodes (code 325180 du SCIAN) pour tenir compte des achats de matières filtrées à l'industrie de la fonte et de l'affinage de métaux non ferreux (code 331410), de même qu'aux achats de l'industrie de la fabrication de cathodes (code 327990) et de celle de l'affinage de matières (code 331410) pour tenir compte des achats à l'industrie minière (principalement les sous-industries 212232, 212299 et 212398 du SCIAN).

Estimation de la production industrielle et des achats

À l'aide des achats ajustés des chaînes d'approvisionnement de la construction d'automobiles et de la fabrication de batteries, associés aux hypothèses sur les niveaux de la production nationale dans chacune des industries répertoriées (comme le nombre de véhicules produits, le volume de

fabrication de cellules et de modules, ainsi que le nombre de tonnes de matériaux pour cathode traités – dont il est question dans la présente section), il est possible d'estimer le total de la production et des achats de chacune des industries au sein de la chaîne d'approvisionnement.

En ce qui concerne le segment de l'assemblage de véhicules, nous avons estimé la production totale de chaque année comprise entre 2025 et 2040 en calculant la somme des produits du nombre total de véhicules produits (selon le type et la taille du groupe motopropulseur) et de leur coût de production total projeté. Les prévisions de la production de véhicules selon le type et la taille du groupe motopropulseur proviennent de sources et de projections diverses, y compris S&P et LMC. Puisque certaines de ces prévisions ne vont pas plus loin que 2030 ou 2035, il s'est avéré nécessaire de les extrapoler jusqu'en 2040 afin de couvrir toute la période visée par l'analyse d'incidence de la présente étude. Pour extrapoler ces prévisions jusqu'en 2040, nous avons utilisé la méthode d'ajustement d'une courbe. Cette méthode a permis d'établir des projections plus complètes et à plus long terme, en tenant compte des nouvelles tendances et de la dynamique du marché qui devraient influencer sur l'industrie automobile au cours des deux prochaines décennies. En outre, à l'aide du volume de production de véhicules (selon le type et la taille du groupe motopropulseur) et de la valeur des achats, il est possible d'estimer la valeur totale des achats effectués dans le segment de l'assemblage de véhicules auprès de toutes les autres industries, ainsi que des achats de l'ensemble de l'industrie.

La production totale de l'industrie de la fabrication de batteries et de piles (code 335910 du SCIAN) a été estimée en tenant compte d'un ensemble d'hypothèses dans chacun des trois scénarios. Les hypothèses portent notamment sur le nombre d'usines de batteries opérationnelles, de même que sur la capacité de production, l'année de mise en service et la période de rodage de chacune. La production de l'industrie prend aussi en compte le prix au kilowatt-heure des batteries pour chaque année, le rapport du nombre de cellules au nombre de modules produits, de même que la distribution des parts de marché des batteries selon leur composition chimique. On obtient la production totale en valeur de l'industrie de la fabrication de batteries et de piles en multipliant le prix moyen de chaque type de cellule et de module par leur volume de production. Cette méthode intègre les données détaillées sur les prix et la production afin de refléter fidèlement la production de l'industrie.

En utilisant les structures de coûts établies aussi bien pour les cellules que pour les modules, il est possible de calculer la production économique nationale de chaque industrie de la chaîne d'approvisionnement de la fabrication des batteries, y compris celles de la fabrication des cathodes (code 325180), de la fabrication des anodes (code 327990), de l'affinage des matières (code 331410) et de l'exploitation minière (codes 212232, 212299 et 212398). Nous avons estimé la production économique de chacune de ces industries en nous appuyant sur leur capacité de production nationale supposée dans chaque scénario.

Application d'IMPLAN à la mesure des incidences sur l'industrie dans son ensemble

IMPLAN (analyse d'incidence aux fins de planification) est un système de modélisation économique servant à estimer l'effet d'entraînement de fluctuations économiques dans un champ d'activité donné. Cet outil peut servir à évaluer les incidences directe, indirecte et induite¹⁷ d'activités économiques sur des industries dans un secteur ou une région en particulier. Dans le cadre du passage des industries québécoises de la construction d'automobiles et de la fabrication de batteries du VMCI au VE, IMPLAN peut jouer un rôle clé dans l'analyse et la prévision de toutes les incidences sur l'économie et l'emploi.

Utilisant la production totale projetée et les achats ajustés établis pour les industries de la construction d'automobiles et de la fabrication de batteries, IMPLAN peut offrir un éclairage sur l'incidence qu'aura la transition vers les VE et la production de batteries sur l'économie dans son ensemble. En saisissant les données sur la production projetée et les achats, IMPLAN peut estimer les répercussions directe, indirecte et induite sur l'économie et le marché du travail dans l'ensemble des 234 industries de l'économie québécoise.

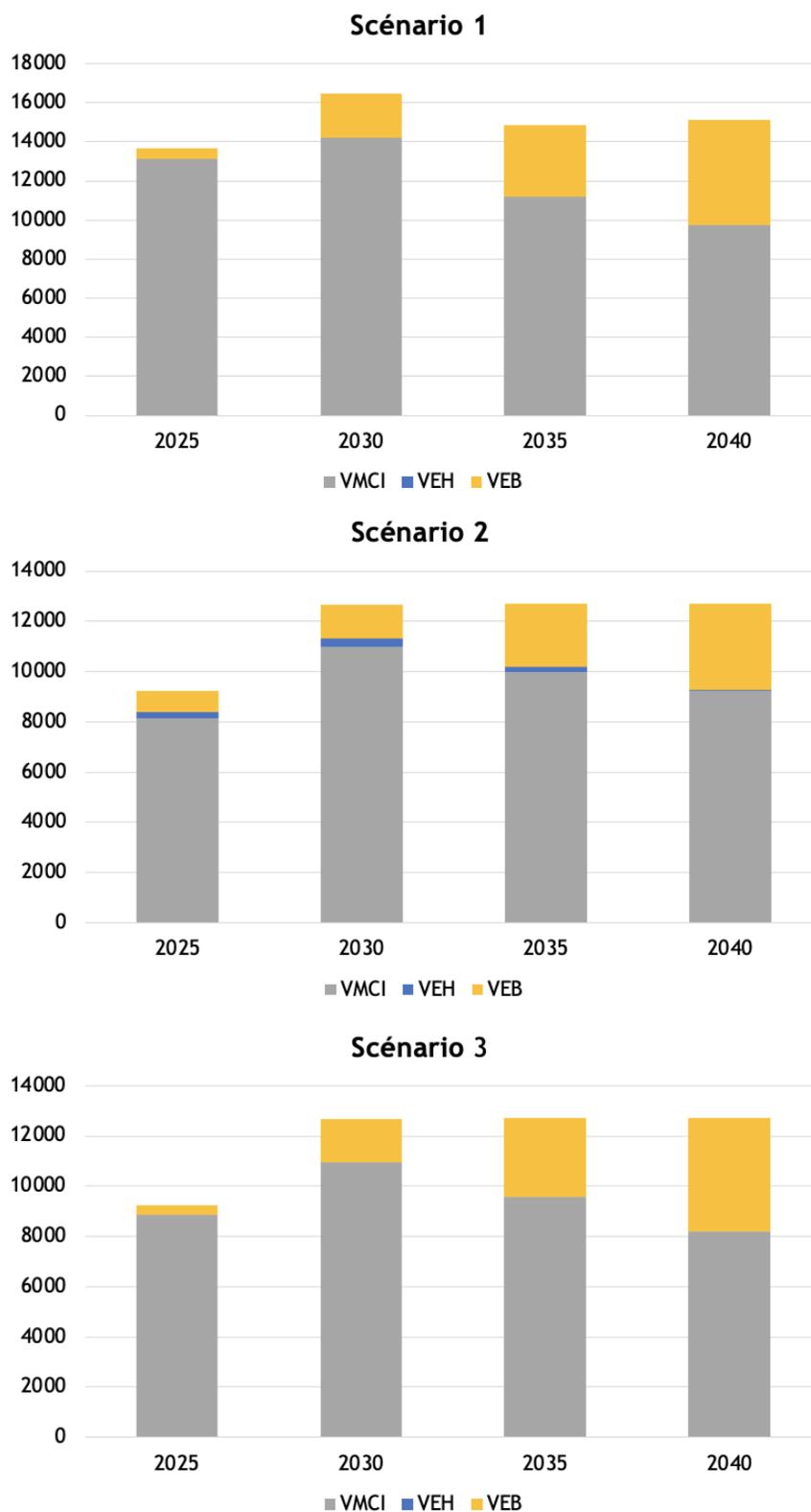
Le tableau ci-dessous fait correspondre les industries de la construction d'automobiles et de la fabrication de batteries à leurs codes respectifs du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), de la Classification des industries des tableaux entrées-sorties et d'IMPLAN.

¹⁷ L'incidence directe fait référence aux effets immédiats des changements sur les industries. C'est le résultat principal des activités d'une industrie — la création d'emplois, la production de produits ou de services ou encore les revenus générés par les entreprises, par exemple. L'incidence indirecte englobe les effets secondaires ressentis par la chaîne d'approvisionnement de l'industrie primaire. Ce sont les effets d'entraînement produits par les interdépendances entre les industries. Par exemple, une augmentation de la production dans une industrie pourra accroître la demande de matières premières ou de composantes auprès des fournisseurs, influant sur diverses industries en amont. L'incidence induite représente les effets tertiaires produits par la dépense des revenus gagnés à la faveur des incidences directe et indirecte. C'est l'incidence qu'ont les employés des secteurs primaire et secondaire lorsqu'ils dépensent leur salaire pour des biens et des services dans l'ensemble de l'économie.

Industrie	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN)	Classification des industries des tableaux entrées-sorties	Code des industries IMPLAN
Assemblage de véhicules			
Assemblage de véhicules légers	336110 – Fabrication de voitures et de véhicules automobiles légers	BS336110	99
Construction de camions lourds et d'autobus	336120 – Fabrication de camions lourds	BS336120	100
Fabrication de pièces pour véhicules			
Fabrication de moteurs à essence	336310 – Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence pour véhicules automobiles	BS336310	102
Composantes électriques et électroniques pour véhicules	336320 – Fabrication de matériel électrique et électronique pour véhicules automobiles	BS336320	103
Fabrication de composants de direction et de suspension	336330 – Fabrication de composants de direction et de suspension pour véhicules automobiles (sauf les ressorts)	BS336330	104
Fabrication de freins pour véhicules	336340 – Fabrication de systèmes de freinage pour véhicules automobiles	BS336340	105
Fabrication de transmissions et de groupes motopropulseurs	336350 – Fabrication de pièces de transmission et de groupe motopropulseur pour véhicules automobiles	BS336350	106
Fabrication de sièges et d'enjolivures	336360 – Fabrication de sièges et enjolivures intérieures pour véhicules automobiles	BS336360	107
Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	336370 – Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	BS336370	108

Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	336390 – Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	BS336390	109
Fabrication de batteries			
Fabrication de cellules et de modules	335910 – Fabrication de batteries et de piles	BS335900	98
Fabrication de matériaux pour batteries / fabrication de produits chimiques			
Fabrication de matériaux actifs de cathode et des précurseurs de matériaux actifs de cathode	325180 – Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	BS325100	60
Fabrication d'anodes	327990 – Fabrication de tous les autres produits minéraux non métalliques	BS327A00	69
Traitement et filtrage des matières			
Affinage de matières	3314 – Production et transformation de métaux non ferreux (sauf l'aluminium)	BS331400	74
Exploitation minière			
Extraction de minerais de fer	212210 – Extraction de minerais de fer	BS212210	14
Extraction du nickel	212232 – Extraction de minerais de nickel-cuivre	BS212230	16
Extraction du lithium, du cobalt et du manganèse	212299 – Extraction de tous les autres minerais métalliques	BS212290	17
Extraction du graphite	212398 – Extraction de tous les autres minerais non métalliques	BS21239A	21

Annexe C. Détails des hypothèses de la production de véhicules selon trois scénarios de transition vers les VE



Annexe D. Détails des hypothèses de la fabrication de batteries selon trois scénarios de transition vers les VE

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Capacité de production de batteries (d'ici 2040)	67,5 GWh	30 GWh	67,5 GWh
Nombre d'usines de batteries (d'ici 2040)	2	1	2
Capacité de production maximale de l'usine de batteries	75 %	30 %	75 %
Nombre d'années de rodage de la production de batteries	5	5	5
Capacité de production de batteries (d'ici 2040)	50,5 GWh	9,0 GWh	50,5 GWh
Capacité de production de batteries de chaque usine et année de mise en service	Usine 1 (2028) : 30 GWh Usine 2 (2031) : 38 GWh	Usine 1 (2028) : 30 GWh	Usine 1 (2028) : 30 GWh Usine 2 (2031) : 38 GWh
Production de cathodes et d'anodes ¹⁸	100 %	10 %	55 %
Traitement et filtrage des matières ⁴³	100 %	10 %	55 %
Exploitation minière ^{3,19}	100 %	10 %	55 %
Extraction du cobalt	25 %	10 %	25 %

¹⁸ En ce qui a trait à la demande intérieure en amont de matériaux pour batteries.

¹⁹ Sauf le cobalt.

Annexe E. Incidence détaillée sur la production et l'emploi selon trois scénarios de transition vers les VE

Scénario 1

	Industrie	Variation de la production			
		2025	2030	2035	2040
Assemblage de véhicules	Fabrication d'automobiles et de véhicules légers	862 \$	2 691 \$	4 114 \$	3 302 \$
	Fabrication de camions lourds	634 843 733 \$	1 141 969 024 \$	840 076 091 \$	839 192 257 \$
Fabrication de pièces pour véhicules	Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence	(21 081 873 \$)	(73 541 003 \$)	(145 742 976 \$)	(157 273 677 \$)
	Fabrication de matériel électrique et électronique	5 243 608 \$	11 601 407 \$	7 692 680 \$	7 074 969 \$
	Fabrication de composants de direction et de suspension	2 505 \$	120 799 \$	89 642 \$	91 466 \$
	Fabrication de systèmes de freinage	(105 588 \$)	(3 015 \$)	(24 574 \$)	(24 411 \$)
	Fabrication de pièces de transmission et de groupe motopropulseur	376 825 \$	844 346 \$	418 023 \$	348 556 \$
	Fabrication de sièges et enjolivures intérieures	7 129 939 \$	2 825 041 \$	1 303 781 \$	1 403 389 \$
	Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	(200 237 \$)	262 308 \$	91 225 \$	182 569 \$
	Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	6 892 877 \$	11 476 497 \$	8 366 861 \$	8 607 850 \$
Total, fabrication de pièces pour véhicules	(1 741 944 \$)	(46 413 620 \$)	(127 805 338 \$)	(139 589 289 \$)	
Fabrication de batteries	Fabrication d'autres types de matériel et de composants électriques	2 825 918 \$	1 142 362 981 \$	3 141 848 376 \$	2 295 097 124 \$
	Total, fabrication de batteries	2 825 918 \$	1 142 362 981 \$	3 141 848 376 \$	2 295 097 124 \$
Traitement des matières	Fabrication de produits chimiques de base	688 005 \$	464 684 597 \$	1 277 345 962 \$	933 824 002 \$
	Fabrication de produits minéraux non métalliques	3 550 075 \$	79 768 254 \$	214 852 485 \$	204 670 499 \$
	Production et transformation de métaux non ferreux	64 908 595 \$	621 035 240 \$	841 578 286 \$	615 647 146 \$
	Total, traitement des matériaux	69 146 675 \$	1 165 488 091 \$	2 333 776 733 \$	1 754 141 647 \$
Exploitation minière	Extraction de minerais de fer	136 624 \$	172 338 \$	157 314 \$	154 323 \$
	Extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc	6 921 657 \$	67 478 268 \$	87 210 305 \$	63 758 063 \$
	Extraction d'autres minerais métalliques	50 213 971 \$	577 942 266 \$	627 324 082 \$	458 524 307 \$
	Extraction d'autres minerais non métalliques	6 130 099 \$	59 752 733 \$	75 885 551 \$	55 585 485 \$
	Total, extraction minière	63 402 351 \$	705 345 605 \$	790 577 252 \$	578 022 178 \$
Reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	68 653 626 \$	143 441 678 \$	185 196 939 \$	145 373 199 \$
Reste de l'économie	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	404 137 325 \$	1 132 990 338 \$	1 532 080 583 \$	1 282 677 050 \$
Total	Total	1 241 268 546 \$	5 385 186 788 \$	8 695 754 750 \$	6 754 917 468 \$

	Industrie	Variation de l'emploi			
		2025	2030	2035	2040
Assemblage de véhicules	Fabrication d'automobiles et de véhicules légers	-	-	-	-
	Fabrication de camions lourds	1 104	1 987	1 462	1 460
Fabrication de pièces pour véhicules	Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence	(48)	(166)	(328)	(354)
	Fabrication de matériel électrique et électronique	26	57	38	35
	Fabrication de composants de direction et de suspension	-	-	-	-
	Fabrication de systèmes de freinage	(2)	(1)	(1)	(1)
	Fabrication de pièces de transmission et de groupe motopropulseur	10	24	11	9
	Fabrication de sièges et enjolivures intérieures	26	10	4	5
	Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	(1)	-	-	-
	Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	23	38	27	28
Total, fabrication de pièces pour véhicules	34	(38)	(249)	(278)	
Fabrication de batteries	Fabrication d'autres types de matériel et de composants électriques	7	2 957	8 133	5 941
	Total, fabrication de batteries	7	2 957	8 133	5 941
Traitement des matières	Fabrication de produits chimiques de base	-	362	995	727
	Fabrication de produits minéraux non métalliques	12	272	734	699
	Production et transformation de métaux non ferreux	15	152	206	150
	Total, traitement des matériaux	27	786	1 935	1 576
Exploitation minière	Extraction de minerais de fer	-	-	-	-
	Extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc	9	95	123	90
	Extraction d'autres minerais métalliques	72	837	909	664
	Extraction d'autres minerais non métalliques	27	265	337	246
	Total, extraction minière	108	1 197	1 369	1 000
Reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	286	588	696	559
Reste de l'économie	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	1 907	5 678	7 787	6 485
Total	Total	3 473	13 155	21 133	16 743

Scénario 2

	Industrie	Variation de la production			
		2025	2030	2035	2040
Assemblage de véhicules	Fabrication d'automobiles et de véhicules légers	208 \$	1 024 \$	1 075 \$	955 \$
	Fabrication de camions lourds	(118 976 424 \$)	471 788 181 \$	462 589 379 \$	432 232 503 \$
Fabrication de pièces pour véhicules	Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence	(15 337 610 \$)	(24 784 879 \$)	(38 812 703 \$)	(43 073 845 \$)
	Fabrication de matériel électrique et électronique	(3 887 707 \$)	3 258 006 \$	2 862 400 \$	2 149 477 \$
	Fabrication de composants de direction et de suspension	(21 196 \$)	45 776 \$	45 032 \$	44 157 \$
	Fabrication de systèmes de freinage	(108 328 \$)	(60 269 \$)	(60 747 \$)	(61 475 \$)
	Fabrication de pièces de transmission et de groupe motopropulseur	(566 755 \$)	116 677 \$	41 719 \$	(20 877 \$)
	Fabrication de sièges et enjolivures intérieures	(4 047 962 \$)	(799 178 \$)	(833 971 \$)	(877 163 \$)
	Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	(788 012 \$)	(292 367 \$)	(252 273 \$)	(224 231 \$)
	Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	(1 777 693 \$)	4 527 623 \$	4 431 137 \$	4 366 702 \$
	Total, fabrication de pièces pour véhicules	(26 535 259 \$)	(17 988 609 \$)	(32 579 421 \$)	(37 697 250 \$)
Fabrication de batteries	Fabrication d'autres types de matériel et de composants électriques	(569 048 \$)	450 995 647 \$	549 626 356 \$	398 528 540 \$
	Total, fabrication de batteries	(569 048 \$)	450 995 647 \$	549 626 356 \$	398 528 540 \$
Traitement des matières	Fabrication de produits chimiques de base	143 645 \$	18 851 242 \$	22 946 938 \$	16 525 296 \$
	Fabrication de produits minéraux non métalliques	(508 447 \$)	3 906 522 \$	4 575 442 \$	3 507 469 \$
	Production et transformation de métaux non ferreux	2 100 091 \$	11 173 571 \$	12 972 260 \$	9 989 690 \$
	Total, traitement des matériaux	1 735 289 \$	33 931 335 \$	40 494 640 \$	30 022 455 \$
Exploitation minière	Extraction de minerais de fer	54 270 \$	107 345 \$	107 011 \$	109 275 \$
	Extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc	261 129 \$	2 938 209 \$	3 064 103 \$	2 240 843 \$
	Extraction d'autres minerais métalliques	2 099 652 \$	21 192 330 \$	21 846 812 \$	15 867 965 \$
	Extraction d'autres minerais non métalliques	272 401 \$	2 438 682 \$	2 506 820 \$	1 833 981 \$
	Total, extraction minière	2 687 452 \$	26 676 566 \$	27 524 746 \$	20 052 064 \$
Reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	5 881 687 \$	65 230 064 \$	64 257 391 \$	56 822 633 \$
Reste de l'économie	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	158 551 517 \$	494 564 102 \$	507 535 243 \$	476 147 172 \$
Total	Total	22 775 422 \$	1 525 198 310 \$	1 519 449 409 \$	1 376 109 072 \$

	Industrie	Variation de l'emploi			
		2025	2030	2035	2040
Assemblage de véhicules	Fabrication d'automobiles et de véhicules légers	-	-	-	-
	Fabrication de camions lourds	(208)	821	805	752
Fabrication de pièces pour véhicules	Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence	(35)	(56)	(88)	(97)
	Fabrication de matériel électrique et électronique	(20)	16	14	10
	Fabrication de composants de direction et de suspension	(1)	-	-	-
	Fabrication de systèmes de freinage	(2)	(2)	(2)	(2)
	Fabrication de pièces de transmission et de groupe motopropulseur	(17)	3	1	(1)
	Fabrication de sièges et enjolivures intérieures	(16)	(4)	(4)	(4)
	Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	(2)	(1)	(1)	(1)
	Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	(6)	15	14	14
	Total, fabrication de pièces pour véhicules	(99)	(29)	(66)	(81)
Fabrication de batteries	Fabrication d'autres types de matériel et de composants électriques	(2)	1 167	1 422	1 031
	Total, fabrication de batteries	(2)	1 167	1 422	1 031
Traitement des matières	Fabrication de produits chimiques de base	-	14	17	12
	Fabrication de produits minéraux non métalliques	(2)	13	15	11
	Production et transformation de métaux non ferreux	-	2	3	2
	Total, traitement des matériaux	(2)	29	35	25
Exploitation minière	Extraction de minerais de fer	-	-	-	-
	Extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc	-	4	4	3
	Extraction d'autres minerais métalliques	3	30	31	23
	Extraction d'autres minerais non métalliques	1	10	11	8
	Total, extraction minière	4	44	46	34
Reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	22	259	252	230
Reste de l'économie	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	735	2 428	2 497	2 333
Total	Total	450	4 719	4 991	4 324

Scénario 3

	Industrie	Variation de la production			
		2025	2030	2035	2040
Assemblage de véhicules	Fabrication d'automobiles et de véhicules légers	226 \$	1 804 \$	3 284 \$	2 578 \$
	Fabrication de camions lourds	(137 096 354 \$)	475 742 085 \$	463 525 820 \$	425 550 414 \$
Fabrication de pièces pour véhicules	Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence	(22 280 271 \$)	(74 508 600 \$)	(146 242 890 \$)	(157 756 859 \$)
	Fabrication de matériel électrique et électronique	(4 313 215 \$)	3 325 802 \$	3 030 377 \$	2 057 651 \$
	Fabrication de composants de direction et de suspension	(19 532 \$)	46 902 \$	47 331 \$	44 836 \$
	Fabrication de systèmes de freinage	(106 935 \$)	(57 556 \$)	(56 697 \$)	(59 127 \$)
	Fabrication de pièces de transmission et de groupe motopropulseur	(531 575 \$)	89 281 \$	3 099 \$	(96 008 \$)
	Fabrication de sièges et enjolivures intérieures	(3 965 668 \$)	(753 920 \$)	(740 404 \$)	(853 391 \$)
	Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	(816 178 \$)	(284 591 \$)	(229 322 \$)	(183 985 \$)
	Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	(1 623 170 \$)	4 528 524 \$	4 427 755 \$	4 244 375 \$
	Total, fabrication de pièces pour véhicules	(33 656 544 \$)	(67 614 158 \$)	(139 760 751 \$)	(152 602 508 \$)
Fabrication de batteries	Fabrication d'autres types de matériel et de composants électriques	(570 098 \$)	1 142 218 675 \$	3 141 727 770 \$	2 294 986 634 \$
	Total, fabrication de batteries	(570 098 \$)	1 142 218 675 \$	3 141 727 770 \$	2 294 986 634 \$
Traitement des matières	Fabrication de produits chimiques de base	200 248 \$	255 801 562 \$	703 459 910 \$	514 271 766 \$
	Fabrication de produits minéraux non métalliques	(471 717 \$)	43 544 797 \$	118 290 268 \$	133 779 568 \$
	Production et transformation de métaux non ferreux	34 210 411 \$	188 309 413 \$	293 021 845 \$	214 377 774 \$
	Total, traitement des matériaux	33 938 942 \$	487 655 772 \$	1 114 772 023 \$	862 429 108 \$
Exploitation minière	Extraction de minerais de fer	55 723 \$	113 319 \$	120 765 \$	115 534 \$
	Extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc	3 763 348 \$	37 102 940 \$	48 667 280 \$	35 577 420 \$
	Extraction d'autres minerais métalliques	28 046 939 \$	275 567 898 \$	351 899 850 \$	257 207 618 \$
	Extraction d'autres minerais non métalliques	3 373 798 \$	59 710 710 \$	41 769 593 \$	30 645 023 \$
	Total, extraction minière	35 239 808 \$	372 494 867 \$	442 457 488 \$	323 545 595 \$
Reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	5 325 380 \$	87 144 117 \$	146 497 031 \$	106 825 298 \$	
Reste de l'économie	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	167 268 715 \$	751 808 236 \$	1 204 168 594 \$	987 155 898 \$
	Total	70 450 075 \$	3 249 451 398 \$	6 373 391 259 \$	4 847 893 017 \$

	Industrie	Variation de l'emploi			
		2025	2030	2035	2040
Assemblage de véhicules	Fabrication d'automobiles et de véhicules légers	-	-	-	-
	Fabrication de camions lourds	(239)	828	806	740
Fabrication de pièces pour véhicules	Fabrication de moteurs et de pièces de moteurs à essence	(51)	(168)	(330)	(356)
	Fabrication de matériel électrique et électronique	(22)	16	15	10
	Fabrication de composants de direction et de suspension	(1)	-	-	-
	Fabrication de systèmes de freinage	(2)	(1)	(1)	(2)
	Fabrication de pièces de transmission et de groupe motopropulseur	(16)	2	-	(3)
	Fabrication de sièges et enjolivures intérieures	(15)	(3)	(3)	(4)
	Emboutissage de pièces en métal pour véhicules automobiles	(2)	(1)	(1)	(1)
	Fabrication d'autres pièces pour véhicules automobiles	(6)	15	14	14
	Total, fabrication de pièces pour véhicules	(115)	(140)	(306)	(342)
Fabrication de batteries	Fabrication d'autres types de matériel et de composants électriques	(2)	(2 956)	8 132	5 940
	Total, fabrication de batteries	(2)	(2 956)	8 132	5 940
Traitement des matières	Fabrication de produits chimiques de base	-	199	548	400
	Fabrication de produits minéraux non métalliques	(2)	148	404	457
	Production et transformation de métaux non ferreux	8	46	71	52
	Total, traitement des matériaux	6	393	1 023	909
Exploitation minière	Extraction de minerais de fer	-	-	-	-
	Extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc	5	52	68	50
	Extraction d'autres minerais métalliques	40	399	510	372
	Extraction d'autres minerais non métalliques	14	265	185	136
	Total, extraction minière	59	716	763	558
Reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	24	342	524	391	
Reste de l'économie	Total, reste de la chaîne d'approvisionnement automobile	778	3 762	6 124	4 992
	Total	511	8 857	17 066	13 188

Bibliographie

Initiative sur l'avenir de la main-d'œuvre de l'industrie automobile canadienne. *Importance of the Canadian Automotive Manufacturing Sector*, 2021, consulté à futureautolabourforce.ca/forecast/importance-of-the-canadian-automotive-manufacturing-sector/

Initiative sur l'avenir de la main-d'œuvre de l'industrie automobile canadienne. *The Impact of EV Production on the Automotive Manufacturing Supply Chain: Sources, Methods and Findings*, 2021, consulté à futureautolabourforce.ca/trend-report/the-impact-of-ev-production-on-the-automotive-manufacturing-supply-chain-sources-methods-and-findings/

Gouvernement du Canada. *La carboneutralité d'ici 2050*, s.d., consulté à canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/carboneutralite-2050.html

IMPLAN Group, LLC. *IMPLAN [données sur le Canada, 2019]. Huntersville, Caroline du Nord*, consulté à [IMPLAN.com](https://www.Implan.com)

Investir au Canada. *Chaîne d'approvisionnement des VE*, s.d., consulté à investircanada.ca/industries/chaine-dapprovisionnement-ve?_gl=1*ghnebv*_ga*MTQ0NTQ2MjQ5My4xNzA5MzMxNDQ1*_ga_R8CGFCC6BJ*MTcwOTU4MzM5MC4yLjEuMTcwOTU4MzM5MC42MC4wLjA

Knehr, Kevin W., Joseph J. Kubal, Paul A. Nelson et Shabbir Ahmed, « Battery Performance and Cost Modeling for Electric-Drive Vehicles: A Manual for BatPaC v5.0 », *ANL/CSE-22/1*, juillet 2022, doi: 10.2172/1 877 590

Marklines Automotive Data. *Automotive yearly sales by country*, 2023, consulté à [marklines.com/en/vehicle_sales/index](https://www.marklines.com/en/vehicle_sales/index)

Munro & Associates. *Reports*, s.d., consulté à <https://leandesign.com/reports/>

Statistique Canada. *Immatriculations de véhicules*, 2023, consulté à statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2310030801&request_locale=fr

Statistique Canada. *Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base, par industries, mensuel* (tableau 36-10-0434-01), 2024, consulté à statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv!recreate-nonTraduit.action?pid=3610043401&selectedNodeIds=2D1%2C3D1%2C4D133%2C4D134%2C4D135%2C4D136%2C4D154%2C4D160%2C4D217&checkedLevels=0D1&refPeriods=20221001%2C20230201&dimensionLayouts=layout2%2Clayout2%2Clayout2%2Clayout3%2Clayout2&vectorDisplay=false&request_locale=fr