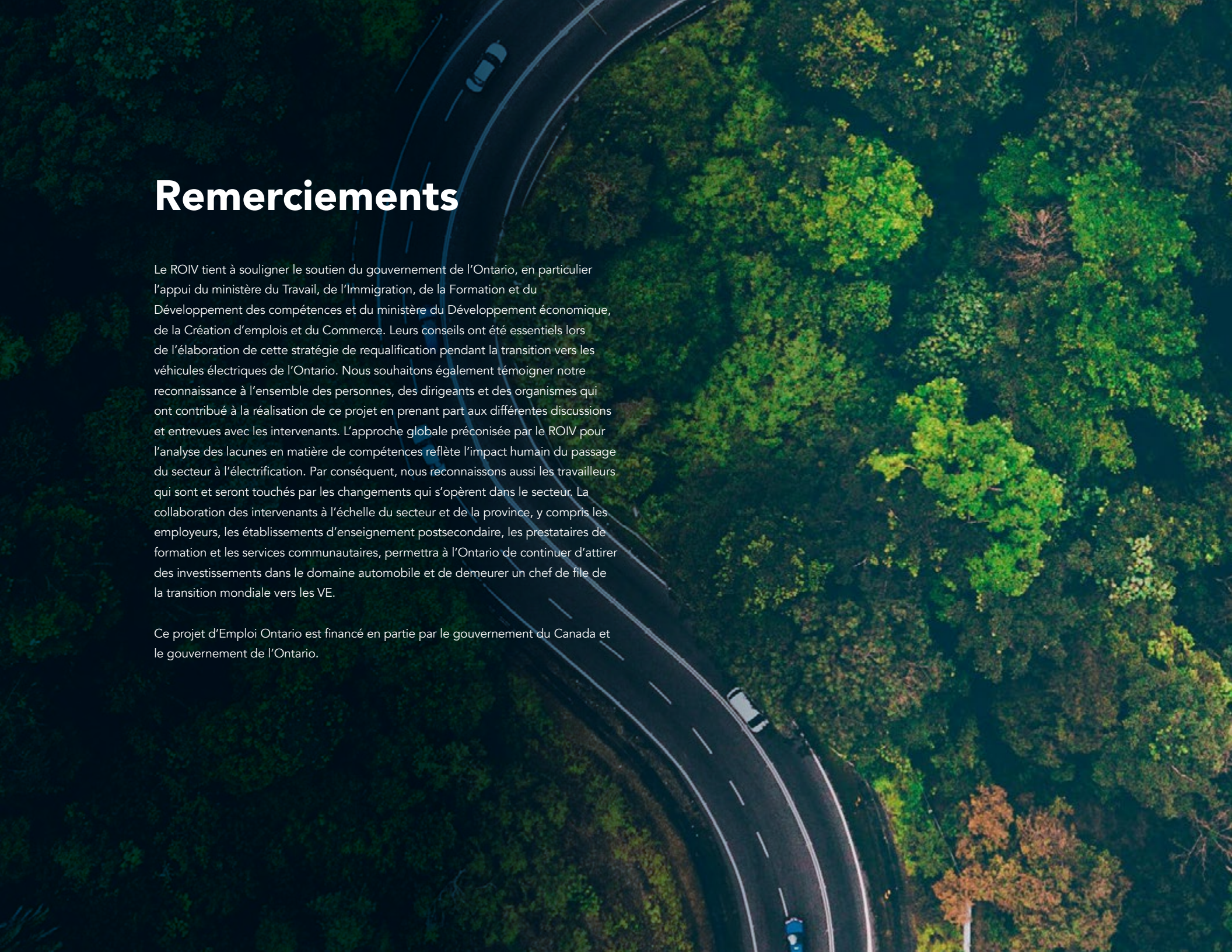


La transition vers la fabrication de VE

An aerial photograph of a winding asphalt road that curves through a dense, lush green forest. Several cars are visible on the road, including a white car in the upper left, a dark car in the middle, and a blue car in the lower right. The road has white dashed lines and a solid white edge line. The trees are thick and vibrant green, with some hints of autumnal colors in the lower right.

Remerciements

Le ROIV tient à souligner le soutien du gouvernement de l'Ontario, en particulier l'appui du ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences et du ministère du Développement économique, de la Création d'emplois et du Commerce. Leurs conseils ont été essentiels lors de l'élaboration de cette stratégie de requalification pendant la transition vers les véhicules électriques de l'Ontario. Nous souhaitons également témoigner notre reconnaissance à l'ensemble des personnes, des dirigeants et des organismes qui ont contribué à la réalisation de ce projet en prenant part aux différentes discussions et entrevues avec les intervenants. L'approche globale préconisée par le ROIV pour l'analyse des lacunes en matière de compétences reflète l'impact humain du passage du secteur à l'électrification. Par conséquent, nous reconnaissons aussi les travailleurs qui sont et seront touchés par les changements qui s'opèrent dans le secteur. La collaboration des intervenants à l'échelle du secteur et de la province, y compris les employeurs, les établissements d'enseignement postsecondaire, les prestataires de formation et les services communautaires, permettra à l'Ontario de continuer d'attirer des investissements dans le domaine automobile et de demeurer un chef de file de la transition mondiale vers les VE.

Ce projet d'Emploi Ontario est financé en partie par le gouvernement du Canada et le gouvernement de l'Ontario.



Compétences et connaissances nécessaires à la transition vers les VE de l'Ontario :

lacunes et possibilités



Table des matières

Sommaire	6
Introduction	7
1. Différence entre la fabrication de VMCI et celle de VE	9
1.1. Différence entre la fabrication de VMCI et celle de VE?	10
2. Fabrication de VMCI : les professions du secteur et les compétences et connaissances connexes	14
2.1. Qu'est-ce que la transition aux VE implique pour les professions de la fabrication de VMCI?	15
3. Professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun.....	16
3.1. Professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun.....	17
3.2. Professions uniques à la fabrication de VE.....	22
Conclusion.....	25
Méthodologie et limites des données	26
Notes de fin de document	28
Annexe A : Liste des professions de la fabrication de VMCI.....	29
Annexe B : Liste des professions de la fabrication de VE	30

Sommaire

Le secteur automobile entre dans une phase de transformation sans précédent, stimulée en grande partie par les efforts en matière de durabilité et l'évolution du contexte réglementaire destinés à lutter contre les changements climatiques. À l'heure où les fabricants d'équipement d'origine (FEO) commencent à accroître leur production de véhicules électriques (VE), le virage pour façonner l'avenir de l'industrie automobile de l'Ontario est entamé.

En tant que chef de file de la production de véhicules automobiles en Amérique du Nord, l'Ontario joue un rôle central dans la transition vers les VE. De grandes entreprises du secteur automobile ont investi des sommes considérables pour bâtir une robuste chaîne d'approvisionnement de VE dans la province. Ces investissements alimentent le rééquipement des usines de fabrication de véhicules à moteur à combustion interne (VMCI), de sorte que l'Ontario est bien placé pour diriger la production de VE.

Si plusieurs processus de fabrication propres aux VMCI sont conservés pour produire des VE, d'autres tâches et fonctions essentielles subiront des transformations dramatiques. Ce rapport examine les répercussions que ce virage aura sur la main-d'œuvre et cerne les compétences, connaissances et aptitudes nécessaires pour assurer l'avenir de la production de véhicules automobiles.

Un certain nombre de professions sont communes à la production de VMCI et de VE. Nous sommes arrivés à la conclusion que les compétences de ces

professions sont très transférables. Nous relevons toutefois plusieurs lacunes au chapitre des connaissances en matière de VE du côté de ces professions. Certaines constituent des types de connaissances entièrement nouvelles que les personnes doivent acquérir à propos des véhicules électriques, de l'électricité et des batteries pour VE. D'autres lacunes sont partielles et se rapportent à des connaissances que les travailleurs de la fabrication de VMCI possèdent déjà, mais qu'ils doivent actualiser pour tenir compte du fonctionnement des VE. Ce constat s'applique à la fois à la production des véhicules et à celle de leurs composants.

Les postes axés sur les batteries pour VE, les moteurs électriques et l'électronique de puissance sont uniques à la production de VE et n'existent pas à l'heure actuelle dans le domaine de la fabrication de VMCI. Compte tenu de leur caractère hautement scientifique et technique, ces postes (p. ex., de chimistes ou d'ingénieurs chimistes) sont susceptibles d'être pourvus à l'externe.

En déterminant les compétences transférables des travailleurs ainsi que les lacunes en matière de connaissances auxquelles ils peuvent faire face durant la transition aux VE, le présent rapport vise à renseigner sur les possibilités de formation et de requalification au sein du secteur automobile. Les informations contenues dans ce rapport servent de base au cadre de requalification du ROIV, qui aidera les employeurs à opérer la transition de leurs effectifs vers la production de VE en comblant leurs lacunes, afin qu'aucun travailleur du domaine de l'automobile ne soit laissé pour compte.



Introduction

Le secteur automobile est un employeur qui joue un rôle essentiel dans l'économie ontarienne. En 2023, 31 563 personnes travaillaient dans le secteur de la fabrication de véhicules automobiles de la province. On y dénombrait aussi 67 176 travailleurs qui se consacraient à la fabrication de pièces pour véhicules automobiles. Ensemble, cela représente près de 100 000 emplois, soit 8,4 % du nombre total d'emplois au sein des industries productrices de biens en Ontario¹.

Alors que les pays cherchent à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à lutter contre les changements climatiques, l'ensemble du secteur automobile est plongé dans une période de transition d'une ampleur inégalée. À mesure que la demande augmente et que les cibles obligatoires de vente entrent en vigueur dans certaines administrations, les fabricants d'équipement d'origine (FEO) délaissent les véhicules à moteur à combustion interne (VMCI) au profit des véhicules électriques (VE).

L'Ontario occupe une place stratégique dans cette transition en raison de sa longue tradition de constructeur automobile et de sa main-d'œuvre qualifiée. « Ici même, en Ontario, les fabricants réalisent de nouveaux investissements dans la chaîne d'approvisionnement émergente des véhicules électriques (VE) afin d'aider la province à devenir un pivot nord-américain pour la construction des voitures de l'avenir », peut-on lire dans le Budget de l'Ontario 2024².

Les FEO s'adaptent afin de pouvoir produire des VE et les travailleurs doivent en faire tout autant. Certains postes et tâches vont radicalement changer (notamment ceux qui ont trait au montage de moteurs), alors que d'autres deviendront peut-être dépassés. Les VE sont constitués de composants uniques, y compris des batteries et des moteurs électriques, qui donneront naissance à de nouveaux postes tels que d'ingénieurs chimistes et d'ingénieurs en commandes de moteurs électriques. Ce rapport traite de cette dynamique, afin d'évaluer les compétences et les connaissances dont les travailleurs ont besoin pour passer de la fabrication de VMCI à celle de VE. Il met en relief les situations dans lesquelles des compétences et connaissances peuvent être transférées d'un type de production de véhicules à un autre ainsi que celles où des lacunes existent.

Il fournit des renseignements sur les possibilités de formation et de requalification au sein du secteur automobile. Ceux-ci seront essentiels pour aider les employeurs à conserver leurs effectifs pendant la transition vers les VE. Les employeurs peuvent également s'appuyer sur ces informations pour déterminer si, à la lumière des nouvelles compétences et connaissances qu'elles exigent, il est préférable de recruter des candidats externes pour pourvoir les nouvelles professions.

Profession

Si l'éventail d'appellations d'emploi peut pratiquement être illimité, les noms de professions sont catégorisés et définis de manière officielle dans le système de la Classification nationale des professions (CNP). Les professions et les codes de profession employés dans ce rapport sont fondés sur le système de la CNP 2021.

Selon Statistique Canada, une profession est le « genre de travail exécuté dans le cadre d'un emploi. Par ailleurs, un emploi englobe toutes les tâches exécutées par un travailleur/une travailleuse dans le cadre de ses fonctions. Une profession se définit comme un ensemble d'emplois suffisamment analogues sur le plan du travail exécuté. Le genre de travail est défini par les tâches, les fonctions et les responsabilités³ ». Chaque profession est associée à un ensemble spécifique de compétences et de connaissances.

Compétence

Le terme « compétence » tend à être utilisé dans un sens vague dans les offres d'emploi. Cependant, les compétences diffèrent des connaissances. Ce rapport tient compte de la définition que la Taxonomie des compétences et capacités d'Emploi et Développement social Canada (EDSC) donne des compétences : capacités développées qu'un individu doit avoir pour effectuer efficacement son travail, son rôle, ses fonctions ou ses tâches⁴ ». La rédaction, la pensée critique et la résolution de problèmes sont des exemples de compétences.

Connaissances

La taxonomie d'EDSC définit les connaissances comme un « ensemble organisé de principes et de pratiques utilisés pour l'exécution de tâches et d'activités dans un domaine particulier⁵ ». Les connaissances peuvent se rapporter à des domaines précis, tels que l'éducation, la santé et le bien-être ou les ressources naturelles⁶. D'autres peuvent être d'ordre général et ne se limitent pas à des domaines particuliers. Les langues telles que l'anglais et le français en constituent de bons exemples.

**Qu'est-ce qu'une
profession, une
compétence
et une
connaissance?**



1. Différence entre la fabrication de VMCI et celle de VE

Pour analyser les répercussions de la transition aux VE sur les professions et les travailleurs, nous avons commencé par examiner les grandes phases de la fabrication de VMCI et de VE.

La fabrication traditionnelle d'un VMCI comporte huit phases. Elle débute par la conception et l'ingénierie. En s'inspirant des versions précédentes du véhicule et de ses activités constantes de recherche et développement (R-D), le FEO conçoit le véhicule et ses caractéristiques (p. ex. sur les plans de la mécanique, de la sécurité et de l'esthétique). Une liste est produite à cette étape pour l'approvisionnement en matériaux et en pièces.

Le processus de fabrication dans l'usine commence par l'emboutissage, qui consiste à découper et à façonner les tôles planes. Une fois façonnées, ces pièces sont acheminées à l'atelier de carrosserie, où elles sont soudées ensemble pour former le châssis et la carrosserie du véhicule. Une fois assemblée, la structure vide du véhicule est envoyée à l'atelier de peinture, où elle est rendue étanche, puis recouverte d'une couche primaire. La couche de fond (ou couleur du véhicule) et une couche transparente sont appliquées ensuite.

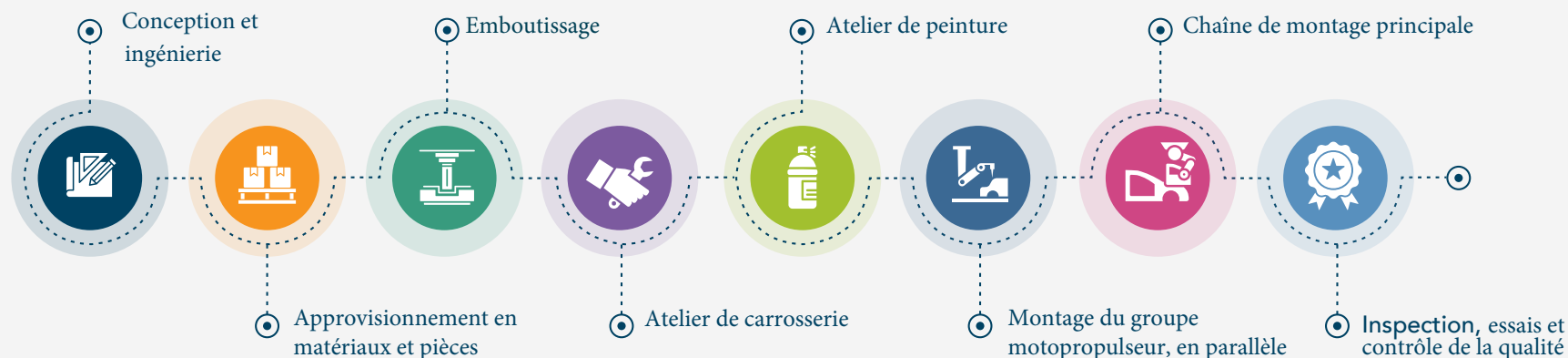
Le montage du groupe motopropulseur, qui comprend le moteur, se fait généralement en parallèle aux phases précédentes. Une fois prêt, il est transporté à la chaîne de montage principale afin d'être installé dans le véhicule peint. Outre le moteur, les autres principaux composants sont assemblés durant cette phase.

Voici certains de ces composants :

- Le système de transmission (y compris la boîte de vitesses)
- Les freins
- Le circuit d'alimentation (p. ex., réservoir de carburant, pompe et conduits)
- Le système d'échappement (p. ex., tuyaux d'échappement, silencieux et convertisseur catalytique)
- Les composants intérieurs tels que les sièges

Les roues et les pneus sont assemblés en dernier, après quoi le véhicule sort de la chaîne de montage et est immobilisé au sol. La dernière phase du processus de fabrication est essentielle afin d'assurer la qualité et la sécurité. C'est à cette étape que le véhicule est inspecté et mis à l'essai. Il fait aussi l'objet d'une série de contrôles de la qualité.

Processus de fabrication d'un VMCI



1.1. En quoi la fabrication de VE diffère-t-elle?

En général, les huit phases de la production de VMCI doivent aussi être réalisées pour fabriquer les VE. Cependant, la nature des tâches à effectuer durant certaines de ces phases change.

La chaîne d'approvisionnement des VE est très différente de celle des VMCI. Il faut tout d'abord des minéraux critiques, dont le lithium et le nickel, pour fabriquer les batteries qui alimentent les VE. Pour assurer un approvisionnement intérieur en ressources de la sorte (que l'on retrouve dans les régions nordiques du Canada), le gouvernement fédéral et celui de l'Ontario ont tous deux lancé des stratégies relatives aux minéraux critiques⁷.

La fabrication des batteries ne se fait pas au même endroit que celle des VE. Ce rapport met l'accent sur la construction des véhicules, tandis que l'encadré Pleins feux sur la fabrication de batteries pour VE donne un aperçu du secteur de la production de batteries de VE et des professions qu'on y trouve.

Les blocs de batteries sont généralement intégrés au châssis du véhicule à l'usine de production de véhicules. Pour éviter qu'ils ne surchauffent, il faut aussi installer un système de gestion thermique des batteries. Les travailleurs qui mettent la

carrosserie sur le châssis du véhicule doivent tenir compte de la présence des blocs de batteries lors de la phase réalisée à l'atelier de carrosserie.

Étant donné la nature distincte d'un moteur électrique, la préparation du groupe motopropulseur n'est évidemment pas la même et implique des composants différents (p. ex., les moteurs des VE n'ont pas besoin d'huile ni de bougies d'allumage). Après l'intégration du moteur électrique sur la chaîne de montage principale, plusieurs pièces « traditionnellement requises » ne sont pas nécessaires (p. ex., le circuit d'alimentation et le système d'échappement) ou seront différentes. Par exemple, les VE n'ont pas plusieurs vitesses comme les VMCI, de sorte qu'ils disposent d'une transmission et d'une boîte de vitesse totalement différentes.

De plus, il faut également installer dans les VE des pièces et des systèmes qui leur sont propres. Outre les blocs de batteries et le chargeur, les VE ont besoin de plusieurs composants électriques et électroniques de puissance, y compris une commande de moteur, un système de gestion thermique, des convertisseurs, des onduleurs et du câblage haute tension⁸. Comme ces composants sont relativement nouveaux et peuvent, dans certains cas, être dangereux, il importe que les employés soient bien sensibilisés et informés au sujet de la sécurité des batteries de VE.

A person wearing safety glasses and a dark shirt is working on a vehicle battery. The background is a workshop with various tools and equipment.

Trois phases caractérisent le processus de fabrication de batteries pour VE : en amont, à mi-parcours et en aval. Il commence en amont par l'extraction des minéraux nécessaires pour fabriquer les batteries. Le lithium, le nickel, le cobalt et le graphite en font partie. Les minéraux sont ensuite traités puis affinés à mi-parcours pour atteindre le degré de pureté nécessaire. Les extrants sont utilisés pour produire des matériaux anodiques et cathodiques, essentiels à la préparation des piles.

La phase en aval s'amorce généralement une fois que les piles ont été produites. Les usines de fabrication de batteries de VE adoptent différentes approches pour s'approvisionner en piles. Certaines sont intégrées et produisent les piles sur place tandis que d'autres les obtiennent d'un fournisseur. Les piles sont nettoyées et assemblées en modules, puis en blocs durant la phase en aval. Un système de gestion des batteries et d'autres composants fonctionnels sont généralement ajoutés à chaque bloc de batteries. Les batteries font également l'objet de tests en aval.

Professions en aval

Plusieurs entreprises internationales sont en train de construire des usines de fabrication de batteries pour VE au Canada grâce au soutien des gouvernements fédéral et provinciaux. Une fois en activité, ces installations emploieront des milliers de personnes.

S'appuyant sur les offres d'emploi affichées par les grands projets relatifs aux batteries de VE⁹ et sur la plateforme EVcareers.ca, le tableau ci-dessous présente les professions nécessaires au cours du processus de fabrication. On y trouve aussi les postes de secteurs d'activité connexes à la fonction de production (p. ex., santé et environnement, recherche et développement et contrôle de la qualité).

Pleins feux sur la fabrication de batteries pour VE

Professions en fabrication de batteries pour VE

Secteur d'activité	Profession	Code de profession	Exemples d'appellations d'emploi
Sécurité et environnement	Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321	Ingénieur(e) en sécurité des batteries
	Spécialistes de l'hygiène et de la sécurité au travail	22232	- Spécialiste de la sécurité en électricité - Directeur(trice) de la santé et de la sécurité - Spécialiste de la sécurité des processus
	Professionnel(le)s de la santé et sécurité publique et environnementale	21120	Spécialiste de l'environnement
Recherche et développement	Ingénieur(e)s chimistes	21320	Ingénieur(e) chimiste
	Chimistes	21101	Chimiste
	Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	21310	Ingénieur(e) concepteur(trice) de blocs de batteries
	Directeur(trice)s des services de génie	20010	Ingénieur(e) en validation mécanique
	Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321	- Ingénieur(e) automatique(ne) - Ingénieur(e) en innovation des batteries - Ingénieur(e) en matériel d'intégration - Ingénieur(e) en matériaux
	Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s	21301	Ingénieur(e) concepteur(trice) en mécanique des batteries
	Technologues et technicien(ne)s en chimie	22100	- Technologue et technicien(ne) en chimie - Ingénieur(e) en calibration de véhicules électriques à batterie
Production	Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	21310	- Ingénieur(e) concepteur(trice) en électricité et mise en production des systèmes de gestion des batteries - Ingénieur(e) concepteur(trice) en électricité
	Directeur(trice)s des services de génie	20010	Directeur(trice) des services de génie industriel
	Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321	- Ingénieur(e) industriel(le) - Ingénieur(e) en fabrication - Ingénieur(e) des procédés - Ingénieur(e) en production - Chef de projet technique

Professions en fabrication de batteries pour VE

(suite)

Secteur d'activité	Profession	Code de profession	Exemples d'appellations d'emploi
Production (suite)	Technologues et technicien(ne)s en génie industriel et en génie de fabrication	22302	Technicien(ne) de production
	Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s	21301	Ingénieur(e) mécanicien(ne)
	Technologues et technicien(ne)s en génie mécanique	22301	Technicien(ne) d'instruments
	Ingénieur(e)s et concepteur(trice)s en logiciel	21231	Ingénieur(e) en logiciels de batteries
	Outilleur(euse)s-ajusteur(euse)s	72101	Outilleur(euse)
Qualité	Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	21311	- Ingénieur(e) d'essais et de formation de batteries - Ingénieur(e) d'essais de blocs de batteries - Ingénieur(e) d'application de module de batteries au lithium-ion
	Directeur(trice)s des services de génie	20010	- Surveillant(e) d'essais de blocs de batteries - Ingénieur(e) de production allégée - Maître ceinture noire Six Sigma
	Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321	- Ingénieur(e) en contrôle de la qualité des piles - Spécialiste de l'excellence opérationnelle - Ingénieur(e) expert(e) en AMDE des processus et de la conception - Ingénieur(e) de contrôle de la qualité en laboratoire - Ingénieur(e) de contrôle de la qualité en atelier
	Technologues et technicien(ne)s en génie industriel et en génie de fabrication	22302	Technicien(ne) au contrôle de la qualité des piles

2. Fabrication de VMCI : les professions du secteur et les compétences et connaissances connexes

La production de VMCI nécessite des travailleurs dotés de compétences différentes pour réaliser les huit phases présentées à la section 1. Notre recherche nous a permis de relever 50 appellations d'emploi propres à la fabrication de VMCI. Ces postes sont regroupés sous 26 professions différentes, représentées par un code à cinq chiffres (la liste complète se trouve à l'annexe A). Nous avons cerné les compétences et les connaissances qui sont les plus courantes parmi ces 26 professions en fabrication de VMCI.

Dans la catégorie des compétences, ce sont les aptitudes de communication qui sont les plus recherchées. Elles figurent dans les dix principales compétences exigées au sein des offres d'emploi de 22 de ces 26 professions. Viennent ensuite des compétences générales comme le travail d'équipe, le leadership, le sens de l'organisation et les compétences interpersonnelles.

Il y a aussi une forte demande de connaissances linguistiques. L'anglais se retrouve en haut de la liste, car il figure au nombre des dix principales connaissances demandées par 22 des 26 professions. Le bilinguisme et le français arrivent à égalité au deuxième rang.

Outre les langues, les autres connaissances fort recherchées sont la lecture de plans et l'assurance de la qualité. Par ailleurs, plusieurs professions exigent une connaissance de la législation en matière de santé et de sécurité au travail.

Les dix compétences et connaissances principales¹⁰

Compétences	Connaissances ¹¹
1. Aptitudes de communication	1. Anglais
2. Travail d'équipe	2. Bilinguisme
3. Leadership	2. Français
4. Sens de l'organisation	4. Lecture de plans
5. Compétences interpersonnelles	4. Assurance de la qualité
6. Résolution de problèmes	6. Loi sur la santé et la sécurité au travail
7. Service à la clientèle	7. Établissement de budgets
8. Planification	8. Gestion des stocks
9. Prise de décisions	9. Développement de logiciels agiles
10. Dépannage	9. Indicateurs de rendement clés
	9. Production allégée

2.1. Qu'est-ce que la transition aux VE implique pour les professions de la fabrication de VMCI?

Plusieurs professions sont communes à la production de VMCI et de VE. Ce constat vaut particulièrement pour les travailleurs qui prennent part aux phases d'emboutissage, de carrosserie et de peinture, qui ne seront pas perturbées outre mesure par la transition vers les VE. La plupart des tâches exécutées durant ces phases ne changeront pas beaucoup d'un type de véhicule à l'autre. Des renseignements supplémentaires sur les professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun figurent à la section 3.1.

En revanche, les trois dernières phases de la production de véhicules (montage du groupe motopropulseur, chaîne de montage principale et inspection, essais et contrôle de la qualité) vont changer radicalement. Les connaissances concernant certains composants de VMCI ne seront plus nécessaires, puisqu'on ne les retrouvera pas dans les VE (p. ex. le système d'échappement). D'autres composants comme le groupe motopropulseur existeront encore, mais ils seront complètement différents (nous analysons plus en profondeur les lacunes partielles dans les connaissances qui en découlent à la section 3.1.2).

Plusieurs professions du secteur automobile vont évoluer dans la foulée de la transition aux VE. Toutefois, compte tenu de leur caractère général, les professions requises en fabrication de VMCI ne disparaîtront pas nécessairement dans le contexte des VE. À titre d'exemple, l'appellation d'emploi d'une personne qui installe des systèmes dans les VMCI est « assembleur(euse) » et la profession est « assembleur(euse), contrôleur(euse) et vérificateur(trice) de véhicules automobiles ». Tant l'appellation d'emploi que la profession vont continuer d'exister dans la fabrication de VE, mais les personnes qui ont ce titre ou occupent cette profession vont installer d'autres composants. Pour avoir une meilleure idée des répercussions de la transition vers les VE sur les travailleurs spécialisés en fabrication de VMCI, il est donc préférable d'examiner des tâches et des postes précis.

Tandis que les FEO passent à la fabrication de VE, les travailleurs affectés à la chaîne de montage principale et à l'assemblage du groupe motopropulseur n'exécuteront plus certaines tâches, dont les suivantes :

- Installation dans le moteur d'une bougie d'allumage, d'un injecteur de carburant, d'un carter d'huile et d'une tubulure d'admission.
- Installation et raccordement de l'alternateur dans le moteur
- Installation du circuit d'alimentation
- Installation du système d'échappement

Par conséquent, les personnes qui exécutent ces tâches lors du processus de fabrication de VMCI sont celles dont les postes risquent le plus d'être perturbés pendant la transition vers la fabrication de VE. Pour faire ce passage, les travailleurs qui assemblent les composants du groupe motopropulseur d'un VMCI traditionnel devront acquérir des connaissances sur les VE et les moteurs électriques. Grâce à une requalification appropriée, ces derniers pourraient éventuellement travailler sur la chaîne de montage des groupes motopropulseurs de VE. La transition pourrait être plus difficile pour les personnes qui installent des circuits d'alimentation et des systèmes d'échappement. Si certaines vont pouvoir être réaffectées à la chaîne de montage principale pour participer à l'installation d'autres pièces et systèmes non électriques, d'autres auront besoin d'une requalification plus poussée pour exécuter de nouvelles tâches liées aux composants électriques. Sinon, des personnes pourraient être affectées à d'autres étapes du processus de fabrication.

Puisqu'on ne les retrouve pas dans les VE, il ne sera pas nécessaire de faire l'inspection et la mise à l'essai des composants mentionnés ci-dessus à la dernière phase du processus de fabrication. Les travailleurs devront plutôt apprendre comment inspecter et tester de nouveaux composants électroniques de puissance et de VE, tels que les batteries, les commandes de moteurs, les convertisseurs et onduleurs et les prises de recharge. En plus d'avoir à parfaire la connaissance qu'elles ont de ces pièces et des testeurs, les personnes devront être très sensibilisées à la sécurité électrique.

De façon générale, les VE comportent moins de pièces que les VMCI. La documentation consultée ne permet pas de déterminer si cela signifie que les usines de VE auront besoin de moins d'employés. Un article de l'Université Carnegie Mellon résume comme suit où en est le débat à ce sujet : [traduction] « les études antérieures et les déclarations du secteur sur les répercussions qu'aura la transition aux VE sont arrivées à des conclusions partagées, certaines avançant que la fabrication de véhicules électriques à batterie (VEB) exige moins de travailleurs que la fabrication de VMCI, alors que d'autres estiment que leurs besoins de travailleurs sont comparables¹² ». Les auteurs de cet article ont conclu que les FEO et les fournisseurs de niveau 1 ont besoin de plus de main-d'œuvre pour produire les groupes motopropulseurs de VE que ceux de VMCI lorsque la production comprend le processus de fabrication des batteries¹³.

3. Fabrication de VE : les professions du secteur et les compétences et connaissances connexes

Si l'on exclut la fabrication de batteries et le marché des pièces de rechange, la plateforme Evcareers.ca présente 51 appellations d'emploi qui se rapportent à la production de véhicules électriques. Ces postes peuvent être regroupés sous 32 professions différentes, représentées par un code à cinq chiffres (la liste complète se trouve à l'annexe B). Près d'un tiers de ceux-ci (11) sont des professions d'ingénieurs et de technologues et techniciens en génie. Ces postes touchent plusieurs domaines de l'ingénierie, y compris le génie chimique, électrique, industriel et mécanique.

Les travailleurs de la fabrication des VE doivent posséder une foule de compétences et de connaissances. Parmi les exigences énumérées pour chacune des 51 appellations d'emploi examinées, nous avons relevé en tout près de 150 compétences et connaissances différentes. De ce nombre, plus des trois quarts représentaient des types de connaissances.

À l'échelle des postes liés aux VE, ce sont les compétences en gestion qui sont les plus souvent demandées. Suivent ensuite les aptitudes de communication et les compétences de soutien. La résolution de problèmes, les compétences interpersonnelles et la communication écrite complètent la liste des cinq principales compétences.

Du côté des connaissances, c'est l'intégration qui figure la plus souvent dans les types de connaissances exigées. Sans grande surprise, compte tenu du rôle

primordial de l'électricité et des batteries dans les VE, le génie électrique est le deuxième type de connaissances les plus souvent recherchées, à égalité avec la calibration. Groupe motopropulseur et fonctionnement arrivent aussi au même rang, en quatrième position.

Les dix compétences et connaissances principales en fabrication de VE¹⁴

Compétences ¹⁵	Connaissances ¹⁶
1. Compétences en gestion	1. Intégration
2. Aptitudes de communication	2. Calibration
3. Compétences de soutien	2. Génie électrique
4. Résolution de problèmes	4. Fonctionnement
5. Compétences interpersonnelles	4. Groupe motopropulseur
5. Communication écrite	6. Génie mécanique
7. Leadership	7. Conduite
8. Planification	7. Commandes
8. Communication verbale	9. Propulsion
10. Analyse de données	10. Véhicule électrique
	10. Électronique

3.1. Professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun

Selon notre méthodologie et les données à notre disposition, la production de VMCI et celle de VE ont en commun 14 professions. Toutefois, la nature des compétences et des connaissances exigées pour chaque profession change selon le type de véhicule fabriqué.

3.1.1. Compétences

À la lumière d'une grille de mise en correspondance des compétences (voir la section « Méthodologie » pour obtenir plus de détails), nous avons observé que les compétences des professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun sont très transférables. Ainsi, les travailleurs de la fabrication de VMCI qui exercent ces professions possèdent pratiquement toutes les compétences nécessaires pour occuper des postes similaires dans une usine où sont fabriqués des VE. Le tableau ci-dessous présente ces compétences transférables.

Compétences transférables entre la production de VMCI et celle de VE

Profession*	Code de profession	Mise en correspondance des compétences en fabrication de VMCI avec celles en fabrication de VE
Technologues et technicien(ne)s en génie électrique et électronique	22310	• Aptitudes de communication • Service à la clientèle • Travail d'équipe
Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	21310	• Aptitudes de communication • Service à la clientèle • Compétences interpersonnelles • Leadership • Résolution de problèmes • Gestion de projet • Travail d'équipe
Électricien(ne)s (sauf électricien(ne)s industriel(le)s de réseaux électriques)	72200	• Prise de décisions • Résolution de problèmes
Directeur(trice)s des services de génie	20010	• Aptitudes de communication • Sens de l'organisation • Planification • Résolution de problèmes • Supervision • Travail d'équipe

Compétences transférables entre la production de VMCI et celle de VE *(suite)*

Profession*	Code de profession	Mise en correspondance des compétences en fabrication de VMCI avec celles en fabrication de VE
Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321	• Aptitudes de communication • Compétences interpersonnelles • Leadership • Sens de l'organisation • Planification • Résolution de problèmes • Gestion de projet • Travail d'équipe • Dépannage
Opérateur(trice)s de machines d'usinage	94106	• Aptitudes de communication • Leadership • Gestion du temps • Dépannage
Machinistes et vérificateur(trice)s d'usinage et d'outillage	72100	• Aptitudes de communication • Leadership • Sens de l'organisation • Résolution de problèmes • Dépannage • Communication écrite
Directeur(trice)s de la fabrication	90010	• Aptitudes de communication • Service à la clientèle • Compétences interpersonnelles • Leadership • Sens de l'organisation • Planification • Résolution de problèmes • Gestion de projet • Travail d'équipe

Compétences transférables entre la production de VMCI et celle de VE (suite)

Profession*	Code de profession	Mise en correspondance des compétences en fabrication de VMCI avec celles en fabrication de VE
Technologues et technicien(ne)s en génie mécanique	22301	• Aptitudes de communication • Gestion de projet • Travail d'équipe • Communication écrite
Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s	21301	• Aptitudes de communication • Compétences interpersonnelles • Leadership • Résolution de problèmes • Gestion de projet • Travail d'équipe
Coordonnateur(trice)s de la logistique de la production et du transport	13201	• Aptitudes de communication • Service à la clientèle • Leadership • Sens de l'organisation • Planification • Gestion du temps

* Ce tableau ne comprend pas les professions pour lesquelles on ne disposait pas de données sur les compétences dans un contexte de fabrication de VMCI ou de VE (ou les deux) :

- Entrepreneur(euse)s et contremaître(tresse)s des machinistes et du personnel des métiers du formage, du profilage et du montage des métaux et personnel assimilé
- Assembleur(euse)s, contrôleur(euse)s et vérificateur(trice)s de véhicules automobiles
- Surveillant(e)s dans la fabrication de véhicules automobiles

Les compétences en analyse de données font figure d'exceptions sur le plan de la transférabilité pour plusieurs des professions présentées ci-dessus. On retrouve assez fréquemment la capacité à travailler avec des données dans les exigences des emplois en production de VE. Si certains travailleurs en fabrication de VMCI doivent aussi posséder des compétences en analyse de données, celles-ci semblent occuper une place plus importante et plus centrale dans la fabrication de VE. Quelques emplois dans le domaine des VE, comme ceux d'analystes et de scientifiques de données, sont axés expressément sur l'analyse de données.

3.1.2. Connaissances

Si un degré de transférabilité important est observé du côté des compétences, nous remarquons de plus grandes lacunes dans les connaissances au sein des professions que la fabrication de VMCI et celle de VE ont en commun. Ces lacunes en matière de connaissances peuvent être regroupées en deux catégories.

Il y a d'abord les connaissances requises qui sont entièrement nouvelles pour certaines professions dans le contexte des VE. Nous les désignons comme de « nouvelles lacunes ». Les travailleurs du domaine des VMCI qui occupent actuellement ces professions ne possèdent pas ces connaissances et auront besoin de les acquérir pour faire la transition vers la fabrication de VE. Ces nouvelles lacunes se rapportent aux véhicules électriques, à l'électricité et aux batteries de VE. Sans compter que plusieurs autres professions nécessiteront des connaissances en génie électrique.

Bon nombre des travailleurs en production de VE doivent posséder une expertise en électricité. Il s'agit d'un type de connaissances essentielles chez les personnes qui prennent part à l'ingénierie et au montage des moteurs électriques et des composants électroniques de puissance. Ces notions sont également importantes pour les travailleurs qui assemblent les véhicules sur la chaîne de montage principale et ceux qui réalisent les inspections, les essais et les contrôles de la qualité. En plus du savoir-faire technique, il importe de sensibiliser tous les travailleurs des usines de fabrication de VE aux risques que l'électricité, la haute tension et les batteries posent pour leur sécurité.

Le deuxième type de lacunes se rapporte à des connaissances que les travailleurs de la fabrication de VMCI possèdent déjà, mais qu'ils doivent actualiser pour tenir compte des caractéristiques uniques aux VE. Nous les qualifions donc de « lacunes partielles » en matière de connaissances. Cette catégorie de lacunes s'applique à la fois à la production des véhicules et à celle de leurs composants. À titre d'exemple, les personnes qui travaillent dans la fabrication de VMCI connaissent déjà les systèmes de transmission. Toutefois, ce composant est différent dans les VE (les VMCI ont des transmissions à plusieurs vitesses tandis que celles des VE comptent généralement une seule vitesse). Dans la même veine, l'intégration des systèmes de VE lors du montage est très différente.



Le tableau ci-dessous présente les lacunes dans les connaissances au sein des professions que la fabrication de VMCI et celle de VE ont en commun.

Lacunes en matière de connaissances entre la production de VMCI et celle de VE

Profession*	Code CNP	Nouvelles lacunes	Lacunes partielles
Technologues et technicien(ne)s en génie électrique et électronique	22310	- Gestion des batteries - Génie informatique - Moteur électrique - Véhicule électrique	- Électronique - Tension/haute tension
Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	21310	- Blocs de batteries - Véhicule électrique - Génie mécanique	- Électronique - Intégration - Groupe motopropulseur - Propulsion - Systèmes de transmission - Tension/haute tension
Électricien(ne)s (sauf électricien(ne)s industriel(le)s de réseaux électriques)	72200	Aucune	- Installation - Intégration
Directeur(trice)s des services de génie	20010	Aucune	Aucune
Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321	Génie électrique	- Intégration - Groupe motopropulseur - Propulsion
Opérateur(trice)s de machines d'usinage	94106	Moteur électrique	- Essieux - Intégration - Groupe motopropulseur - Sous-systèmes - Système de transmission
Machinistes et vérificateur(trice)s d'usinage et d'outillage	72100	Moteur électrique	- Essieux - Intégration - Groupe motopropulseur - Sous-systèmes - Système de transmission
Directeur(trice)s de la fabrication	90010	- Blocs de batteries - Génie électrique - Véhicule électrique	- Électronique - Intégration - Groupe motopropulseur - Propulsion

Lacunes en matière de connaissances entre la production de VMCI et celle de VE *(suite)*

Profession*	Code CNP	Nouvelles lacunes	Lacunes partielles
Technologues et technicien(ne)s en génie mécanique	22301	Génie électrique	- Châssis - Intégration
Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s	21301	- Blocs de batteries - Génie électrique - Véhicule électrique	- Électronique - Intégration - Groupe motopropulseur - Propulsion
Assembleur(euse)s, contrôleur(euse)s et vérificateur(trice)s de véhicules automobiles	94200	Électricité	Aucune
Coordonnateur(trice)s de la logistique de la production et du transport	13201	Aucune	Aucune

* Ce tableau ne comprend pas les professions pour lesquelles on ne disposait pas de données sur les connaissances dans un contexte de fabrication de VMCI ou de VE (ou les deux) :

- Entrepreneur(euse)s et contremaître(tresse)s des machinistes et du personnel des métiers du formage, du profilage et du montage des métaux et personnel assimilé
- Surveillant(e)s dans la fabrication de véhicules automobiles

3.2. Professions propres à la fabrication de VE

Compte tenu des caractéristiques uniques des véhicules électriques, plusieurs emplois sont propres à la production de VE. La plupart de ces professions se rapportent aux batteries de VE, aux moteurs électriques et à l'électronique de puissance.

Même si la majorité des FEO reçoivent des blocs de batteries préassemblés, la chimie est un aspect important de la fabrication de VE. Le rôle que jouent les chimistes, les ingénieurs chimistes et les technologues et techniciens en chimie internes est nouveau dans le contexte de la fabrication de véhicules automobiles. S'il existe un recoupement entre les compétences de ces personnes avec celles des autres professions du domaine des VMCI (voir le tableau ci-dessous),

leurs spécialisation et expertise en chimie n'existent pas chez la main-d'œuvre traditionnelle du secteur de l'automobile. En conséquence, la requalification n'est pas vraiment possible en raison du caractère hautement scientifique et technique de ces postes. Les FEO doivent donc recruter des candidats externes pour pourvoir ces emplois.

Bien qu'elle soit unique à la production de VE, la profession qui englobe les « monteur(euse)s et contrôleur(euse)s dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques » pourrait être exercée par des travailleurs du domaine des VMCI qui occupent un poste connexe. S'ils sont bien formés en électricité et composants électriques, les travailleurs de la production de VMCI qui sont des « assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles » pourraient être d'excellents candidats. Les exigences de formation de ces deux professions sont semblables (diplôme d'études secondaires)¹⁷, ce qui faciliterait la transition. Malgré le besoin d'acquérir des connaissances concernant les VE, les travailleurs du domaine des VMCI qui sont des assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles n'auraient pas à retourner longtemps sur les bancs d'études pour obtenir un nouveau diplôme afin d'occuper des postes homologues en fabrication des VE.

Nous avons regroupé les appellations d'emploi du domaine des VE relevées dans l'outil de la plateforme EVcareers.ca en cinq professions représentées par un code à cinq chiffres. Le tableau ci-dessous répertorie les compétences et connaissances exigées pour les professions liées aux VE qui n'ont pas d'équivalents dans le secteur des VMCI. Il importe de souligner que plusieurs appellations d'emploi du domaine des VE se retrouvent dans des professions désignées par un code à cinq chiffres

qui existent aussi en production de VMCI. Par exemple, les appellations d'emploi telles que « ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s » et « expert(e) en la matière du domaine de l'électronique de puissance » sont englobées sous l'appellation d'emploi « ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s ». À cet effet, certaines appellations d'emploi sont uniques à la production de VE, mais les professions connexes ne le sont pas.

Compétences et connaissances requises par les professions propres à la fabrication de VE

Profession*	Code de profession	Compétences	Connaissances
Ingénieur(e)s chimistes	21320	• Aptitudes de communication • Compétences en gestion • Communication verbale • Planification • Compétences de soutien • Communication écrite	• Débit d'air • Batteries • Gestion des batteries • Blocs de batteries • Salles blanches • Génie électrique • Électrode • Électronique • Analyse des modes de défaillance et de leurs effets • Intégration • Fonctionnement • Commandes
Technologues et technicien(ne)s en chimie	22100	• Compétences en gestion • Aptitudes de communication • Communication verbale • Planification • Résolution de problèmes • Recherche • Compétences de soutien	• Calibration • Essais destructifs • Fonctionnement • Améliorations des processus • Contrôle de la qualité • Commandes • Maintenance des logiciels

* Ce tableau ne comprend pas deux professions propres au domaine des VE pour lesquelles on ne disposait d'aucune donnée sur les compétences et connaissances qu'elles exigent :

- Monteur(euse)s et contrôleur(euse)s dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques
- Chimistes



Outils et technologies employés dans la fabrication de VE

Parfois désignés à tort comme des « compétences techniques », les outils et technologies ont été omis de ce rapport. Puisque la production de VE en est à ses débuts et compte tenu des données accessibles au public, les exigences relatives aux outils et technologies de VE évoluent et sont peu définies à l'heure actuelle. Il est donc difficile de comparer rigoureusement les professions à cette étape.

Toutefois, de façon générale, la capacité à utiliser, à installer, voire à programmer des outils et technologies numériques (que l'on définit parfois au sens large comme des « compétences numériques ») devrait gagner en importance dans la fabrication de VE. Par exemple, les travailleurs du domaine des V vont devoir [traduction] « interagir avec des interfaces personne-machine, analyser et gérer des données et utiliser des connaissances spécialisées en technologies des véhicules et en pensée systématique¹⁸ ». De même, les personnes dotées d'une expertise logicielle seront appelées à installer du matériel et des logiciels propres aux VE¹⁹.

Conclusion

Tandis que la transition vers les VE se poursuit en Ontario, la nature du processus de fabrication de véhicules automobiles évolue. Si certaines phases de la production vont rester sensiblement les mêmes, d'autres, dont celles qui touchent le montage du groupe motopropulseur et la chaîne de montage principale, feront appel à des tâches et des compétences différentes.

Le rapport visait à évaluer les professions de la fabrication de VMCI et de VE ainsi que leurs compétences et connaissances respectives. Nous avons observé que la plupart des compétences exigées par les professions du domaine des VMCI sont transférables dans un contexte de production de VE. À cet effet, le rapport n'a pas permis de cerner de lacunes importantes en matière de connaissances chez les travailleurs qui passent de la fabrication de VMCI à celle de VE.

Nous avons toutefois relevé plusieurs lacunes au chapitre des connaissances. Certaines de ces lacunes se rapportent à des types de connaissances entièrement nouvelles à propos des véhicules électriques, de l'électricité et des batteries pour VE. D'autres lacunes peuvent être qualifiées de partielles, car elles concernent des

connaissances que les travailleurs de la fabrication de VMCI possèdent déjà, mais qu'ils doivent actualiser pour fabriquer des VE. Ces lacunes partielles s'appliquent à la fois à la production des véhicules et à celle de leurs composants.

Certains postes spécialisés axés sur les batteries pour VE, les moteurs électriques et l'électronique de puissance sont uniques à la production de VE. Ces professions sont susceptibles d'être pourvues à l'externe puisque l'expertise très technique qu'elles exigent n'existe pas actuellement en production de VMCI (p. ex. chimistes et ingénieurs chimistes).

Un certain nombre de professions sont communes à la production de VMCI et de VE. Les compétences associées à ces postes sont transférables, mais il faudra remédier aux lacunes dans les connaissances en offrant des possibilités de formation et de requalification appropriées aux travailleurs du domaine des VMCI. À cette fin, le ROIV a publié un cadre de requalification pour aider les employeurs à opérer la transition de leurs effectifs vers la production de VE en comblant les lacunes mises en lumière dans ce rapport afin qu'aucun travailleur du domaine de l'automobile ne soit laissé pour compte.

Méthodologie et limites des données

Ce rapport se sert des professions et des emplois comme principales unités d’analyse dans le but d’évaluer le secteur de la fabrication de véhicules automobiles.

Les offres d’emplois des FEO et les données de l’Association des industries de l’automobile du Canada (AIA Canada) ont été utilisées pour isoler les postes qui touchent la production de VMCI. Chaque emploi a été associé à une profession désignée par un code à cinq chiffres (ou groupe de base de la CNP) à l’aide de l’outil de recherche de la CNP du gouvernement du Canada (version de 2021)²⁰. Pour chaque profession, nous avons relevé les dix compétences et connaissances les plus recherchées dans les offres d’emploi pour l’ensemble des secteurs au cours de la période allant de janvier 2018 (données les plus vieilles disponibles) à juillet 2024. Pour ce faire, nous avons utilisé le tableau de bord des tendances de l’emploi au Canada élaboré par le Conseil de l’information sur le marché du travail (CIMT)²¹.

Nous avons déterminé les professions en fabrication de VE à l’aide d’EVcareers.ca, une plateforme élaborée par des organismes de formation et de développement économique de la région de Windsor (c.-à-d., Invest WindsorEssex, Workforce WindsorEssex, WEtech Alliance, l’Université de Windsor et le Collège St. Clair)²². La plateforme comprend une vaste sélection d’emplois du secteur des VE. Chaque emploi a été associé à une profession désignée par un code à cinq chiffres. Les compétences et connaissances propres à chaque profession ont ensuite été précisées.

Une fois regroupées, les données relatives aux secteurs des VMCI et des VE ont été utilisées pour mettre en lumière les similitudes et les différences entre les professions et les emplois et sur le plan des compétences et des connaissances requises. La grille d’évaluation ci-dessous a permis de révéler les compétences et les connaissances manquantes (lacunes) ou transférables dans le contexte du passage de la fabrication de VMCI à celle de VE.

Grille d’évaluation

		Profession	
		Pareilles pour la fabrication de VMCI et VE	Différentes pour la fabrication de VMCI et VE
Compétences/ connaissances	Pareilles en fabrication de VMCI et VE	Transférables	Transférables
	Différentes en fabrication de VMCI et VE	Lacune	Lacune

Pour déterminer si une compétence est transférable, nous avons élaboré une grille qui met en correspondance les compétences respectives en fabrication de VMCI et de VE.

Grille de mise en correspondance des compétences requises

Compétences requises pour la fabrication de VMCI	Compétences équivalentes en fabrication de VE	
Compétences analytiques	• Analyse de données	• Recherche
Aptitudes de communication	• Aptitudes de communication • Parler en public	• Communication verbale • Communication écrite
Service à la clientèle	• Compétences de soutien	
Prise de décisions	• Prise de décisions	
Compétences interpersonnelles	• Compétences interpersonnelles	• Relations
Leadership	• Leadership	
Sens de l'organisation	• Sens de l'organisation	• Gestion de temps
Planification	• Planification	• Coordination
Résolution de problèmes	• Résolution de problèmes	
Gestion de projet	• Gestion de projet	• Compétences en gestion
Supervision	• Compétences en gestion	
Travail d'équipe	• Travail d'équipe	• Compétences de soutien
Gestion du temps	• Gestion de temps	• Sens de l'organisation
Dépannage	• Résolution de problèmes	
Communication écrite	• Communication écrite	• Aptitudes de communication

Limites des données

Ce rapport s'appuie sur des données secondaires pour déterminer les emplois et les professions de la production de VMCI et de VE. Par conséquent, la liste des professions et des compétences et connaissances requises pour chaque processus de fabrication n'est pas exhaustive. Cela limite donc notre capacité à répertorier systématiquement toutes les professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun.

Notes de fin de document

¹ Statistics Canada. (2024). Table 14-10-0202-01 Employment by industry, annual. Retrieved August 20 from <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/cv.action?pid=1410020201>

² Government of Ontario. (2024). Building a Better Ontario: 2024 Ontario Budget. <https://budget.ontario.ca/2024/pdf/2024-ontario-budget-en.pdf>

³ Statistics Canada. (2021, May 25). Occupation of employed person. <https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3Var.pl?Function=DEC&Id=84971>

⁴ Government of Canada. (2023, June 2). Taxonomy. <https://noc.esdc.gc.ca/SkillsTaxonomy/TheTaxonomy>

⁵ Ibid.

⁶ Government of Canada. (2023, June 2). View category – Knowledge. <https://noc.esdc.gc.ca/SkillsTaxonomy/ViewTaxonomyCategory?objectId=3KxSAQA1yRfqG7PC4U83SQ%3D%3D>

⁷ See Government of Ontario. (2022, September 19). Ontario's Critical Minerals Strategy 2022–2027: Unlocking potential to drive economic recovery and prosperity. <https://www.ontario.ca/page/ontarios-critical-minerals-strategy-2022-2027-unlocking-potential-drive-economic-recovery-prosperity> and Government of Canada. (2023, September 12). The Canadian Critical Minerals Strategy. <https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/canadian-critical-minerals-strategy.html>

⁸ Küpper, D., Kuhlmann, K., Tominaga, K., Arora, A., & Schlageter, J. (2020, September 28). Shifting Gears in Auto Manufacturing. Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/publications/2020/transformational-impact-of-electric-vehicles-on-auto-manufacturing>

⁹ The three projects that were used to identify job postings are the plants in St. Thomas (Volkswagen) Windsor (Stellantis and LG Energy Solution) and Saint-Basile-le-Grand (Northvolt). Some postings from a Northvolt sister plant in Sweden were also used to complement the data.

¹⁰ Based on data from Labour Market Information Council. (2024). Canadian Job Trends Dashboard. Retrieved August 21 from <https://lmic-cimt.ca/data-dashboards/canadian-job-trends-dashboard/>

¹¹ Knowledge types tied for a position are awarded the same ranking. In this context, two knowledge types are tied for second place, which means the following one gets ranked fourth.

¹² Cotterman, T., Fuchs, E. R., Whitefoot, K. S., & Combemale, C. (2024). The transition to electrified vehicles: Evaluating the labor demand of manufacturing conventional versus battery electric vehicle powertrains. *Energy Policy*, 188, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4128130

¹³ Ibid.

¹⁴ Based on data from Careers WindsorEssex. (2024). Explore EV Occupations. Retrieved August 21 from <https://www.evcareers.ca/explore-occupations/>

¹⁵ Skills tied for a position are awarded the same ranking. In this context, two skills are tied for fifth place, which means the following one gets ranked seventh.

¹⁶ Knowledge types tied for a position are awarded the same ranking. In this context, two knowledge types are tied for second place, which means the following one gets ranked fourth.

¹⁷ Government of Canada. (2023, June 2). 94200 – Motor vehicle assemblers, inspectors and testers. <https://noc.esdc.gc.ca/Structure/ocProfile?objectId=ZTrjW lt LWUTzKxV%2BSV7iS7r8hbeQxFnxOYjkPuZQ%3D>

Government of Canada. (2023, June 2). 94202 – Assemblers and inspectors, electrical appliance, apparatus and equipment manufacturing. <https://noc.esdc.gc.ca/Structure/NocProfile?objectId=2YvHPduzJYgLo3z0WwI5BvLIWlozf5kC6JzOMqqt1K0%3D>

¹⁸ Saha, D., Shrestha, R., Hunt, N., & Kim, E. (2024, June 13). Navigating the EV Transition: 4 Emerging Impacts on Auto Manufacturing Jobs. World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/ev-transition-auto-manufacturing-jobs>

¹⁹ Newcombe, G., Okeke, C., & McNally, J. (2023). Shifting gears: How Ontario's push to manufacturing zero-emissions vehicles will impact the workforce. PLACE Centre. Smart Prosperity Institute. <https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/PLACE-Cluster-Report-Zero-Emissions-Vehicles-1-EN.pdf>

²⁰ Government of Canada. (2023, June 2). National Occupational Classification. <https://noc.esdc.gc.ca/?GoCTemplateCulture=en-CA>

²¹ Labour Market Information Council. (2024). Canadian Job Trends Dashboard. Retrieved August 21 from <https://lmic-cimt.ca/data-dashboards/canadian-job-trends-dashboard/>

²² Careers WindsorEssex. (2024). About EVcareers.ca. Retrieved August 19 from <https://www.evcareers.ca/about/>

Annexe A

Liste des professions de la fabrication de VMCI

Profession	Code de profession
Développeur(euse)s et programmeur(euse)s de systèmes informatiques	21230
Mécanicien(ne)s de chantier et mécanicien(ne)s industriel(le)s	72400
Entrepreneur(euse)s et contremaître(tresse)s des machinistes et du personnel des métiers du formage, du profilage et du montage des métaux et personnel assimilé	72010
Technologues et technicien(ne)s en génie électrique et électronique	22310
Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	21310
Directeur(trice)s des services de génie	20010
Conducteur(trice)s d'équipement lourd	73400
Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321
Designers industriel(le)s	22211
Peintres, enduiseur(euse)s et opérateur(trice)s de procédés dans le finissage du métal - secteur industriel	94213
Opérateurs(trice)s de machines d'autres produits métalliques	94107
Opérateur(trice)s de machines d'usinage	94106
Machinistes et vérificateur(trice)s d'usinage et d'outillage	72100

Profession	Code de profession
Directeur(trice)s de la fabrication	90010
Technologues et technicien(ne)s en génie mécanique	22301
Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s	21301
Opérateurs(trice)s de machines à forger et à travailler les métaux	94105
Assembleur(euse)s, contrôleur(euse)s et vérificateur(trice)s de véhicules automobiles	94200
Autres métiers techniques et personnel assimilé	72999
Coordonnateur(trice)s de la logistique de la production et du transport	13201
Professionnel(le)s de la santé et sécurité publique et environnementale	21120
Ingénieur(e)s et concepteur(trice)s en logiciel	21231
Surveillant(e)s dans la fabrication de véhicules automobiles	92020
Superviseur(e)s du personnel de coordination de la chaîne d'approvisionnement, du suivi et des horaires	12013
Outilleur(euse)s-ajusteur(euse)s	72101
Soudeur(euse)s et opérateur(trice)s de machines à souder et à braser	72106

Annexe B

Liste des professions de la fabrication de VE

Profession	Code de profession
Monteur(euse)s et contrôleur(euse)s dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques	94202
Ingénieur(e)s chimistes	21320
Technologues et technicien(ne)s en chimie	22100
Chimistes	21101
Entrepreneur(euse)s et contremaître(tresse)s des machinistes et du personnel des métiers du formage, du profilage et du montage des métaux et personnel assimilé	72010
Scientifiques de données	21211
Technologues et technicien(ne)s en dessin	22212
Technologues et technicien(ne)s en génie électrique et électronique	22310
Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	21310
Électricien(ne)s (sauf électricien(ne)s industriel(le)s de réseaux électriques)	72200
Assembleur(euse)s, monteur(euse)s, contrôleur(euse)s et vérificateur(trice)s de matériel électronique	94201
Directeur(trice)s des services de génie	20010
Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	21321
Technologues et technicien(ne)s en génie industriel et en génie de fabrication	21321
Opérateur(trice)s de machines d'usinage	94106
Machinistes et vérificateur(trice)s d'usinage et d'outillage	72100

Profession	Code de profession
Directeur(trice)s de la fabrication	90010
Manutentionnaires	75101
Monteur(euse)s et contrôleur(euse)s de matériel mécanique	94204
Technologues et technicien(ne)s en génie mécanique	22301
Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s	21301
Ingénieur(e)s métallurgistes et des matériaux	21322
Assembleur(euse)s, contrôleur(euse)s et vérificateur(trice)s de véhicules automobiles	94200
Spécialistes de l'hygiène et de la sécurité au travail	22232
Autres professionnel(le)s des sciences physiques	21109
Agent(e)s en approvisionnement et aux achats	12102
Coordonnateur(trice)s de la logistique de la production et du transport	13201
Commis aux achats et au contrôle de l'inventaire	14403
Directeur(trice)s des achats	10012
Développeur(euse)s et programmeur(euse)s de logiciels	21232
Agent(e)s de statistiques et professions connexes du soutien de la recherche	12113
Surveillant(e)s dans la fabrication de véhicules automobiles	92020



La transition vers la fabrication de VE :

un cadre de requalification

Table des matières

Sommaire	33
Introduction	34
1. Compétences et connaissances dans le secteur de la fabrication de VE	36
2. Écosystème de formation en VE	38
2.1. Fournisseurs de services de requalification en Ontario	39
2.2. Rôle de l'employeur dans la requalification des travailleurs	42
3. Méthodes d'apprentissage	44
3.1. Apprentissage mixte	44
3.2. Apprentissage en mode synchrone ou asynchrone	44
3.3. Diversité des options offertes	44
4. La mise en œuvre	46
4.1. Modèles de formation progressive.....	46
4.2. Main-d'œuvre connectée	48
4.3. Microcertifications et badges ouverts.....	48
5. Parcours de requalification et d'apprentissage	49
5.1. Le parcours de requalification pour les employeurs	50
5.2. Parcours et formations pour la requalification	52
6. Évaluation des progrès et amélioration continue	64
6.1. Capacité de requalification et combinaison de compétences et de connaissances.....	64
6.2. Écosystème et programmes de requalification	64
6.3. Progrès de la main-d'œuvre	65
6.4. Équité, diversité et inclusion (EDI)	66
Conclusion.....	67
Notes de fin de document – 1	69
Notes de fin de document – 2	70
À propos du Réseau ontarien d'innovation pour les véhicules (ROIV)	71



Sommaire

Le secteur de l'automobile est au cœur d'une transformation multidimensionnelle. Les véhicules électriques (VE) sont en voie de supplanter les véhicules à moteur à combustion interne (VMCI) comme principal type de nouveau véhicule dans la prochaine décennie, au Canada et aux États-Unis. De plus en plus définis par les logiciels, les véhicules d'aujourd'hui intègrent la technologie numérique et des caractéristiques innovantes, et les constructeurs doivent eux aussi s'adapter à ces changements. Parallèlement, la construction elle-même est influencée par la transformation numérique et l'automatisation grandissante. À l'avenir, il faut s'attendre à ce que le recours accru à l'intelligence artificielle et les progrès vers la conduite autonome continuent à entraîner des changements dans l'industrie.

En Ontario, le secteur de l'automobile se prépare, notamment en dotant sa main-d'œuvre des connaissances et des compétences nécessaires pour aider les constructeurs à faire la transition vers la production de VE et à maintenir leur position de chef de file, pendant que l'industrie se transforme. Les travailleurs expérimentés du secteur de l'automobile sont les principaux catalyseurs du succès de l'industrie et de la prospérité de l'Ontario. Tout en maintenant leur expérience et leurs compétences en cours de transition vers la production de VE, de nombreux travailleurs devront, jusqu'à un certain point, se requalifier pour ajouter à leurs connaissances et leur savoir-faire en production de VMCI et acquérir les compétences requises pour la construction des VE.

La requalification des travailleurs de l'industrie de l'automobile exigera la participation d'un écosystème qui inclue les employeurs, comme les fabricants d'équipement d'origine (FEO) et les établissements d'enseignement, notamment les collèges et les universités, avec l'appui du gouvernement de l'Ontario et des autres paliers gouvernementaux.

Nous sommes d'avis que les programmes de formation à temps plein ne sont peut-être pas la solution idéale pour les travailleurs qui ont besoin de se requalifier et qui doivent concilier études et travail. Les microcertifications, un modèle émergent offrant un enseignement supérieur sous une forme plus granulaire, sont plus appropriées, étant donné qu'ils sont fondés sur des renseignements fournis par le secteur et conçus pour répondre à des besoins précis. Les modes de prestation assistés par la technologie qui permettent aux étudiants de travailler à des rythmes différents, à partir d'endroits pratiques pour eux aideront aussi les travailleurs à intégrer la requalification dans leur vie déjà bien remplie.

Pour les employeurs et les travailleurs, la requalification peut emprunter plusieurs voies. Nous vous présenterons celles de dix métiers souvent impliqués dans la production de VMCI et de VE. Nous mentionnerons des ressources que les employeurs et les travailleurs pourraient utiliser pour la requalification et remédier au manque de connaissances sur les VE. Nous proposerons également des façons d'intégrer l'apprentissage dans un parcours exhaustif de requalification.

La requalification comporte plusieurs étapes. Ce n'est que le début. Nous nous pencherons sur ce que les employeurs peuvent faire pour soutenir la requalification, et sur les moyens à prendre pour favoriser l'amélioration continue dans l'ensemble de l'écosystème au fil du temps.

Le présent rapport a pour but de jeter les bases sur lesquelles les principaux acteurs de l'écosystème pourront construire des programmes qui répondent à leurs besoins, en misant sur leurs forces pour un effet de levier maximal. Nous terminerons avec une série de recommandations pour les employeurs, notamment les FEO du secteur de l'automobile, les fournisseurs de services d'enseignement et de formation, et le gouvernement.



Introduction

La transition des véhicules à moteur à combustion interne (VMCI) aux véhicules électriques (VE) est bien entamée à l'échelle planétaire. L'Ontario, un acteur important de longue date dans le secteur de la fabrication automobile, est bien placé pour jouer un rôle de premier plan dans l'électrification de l'industrie. Au cours des prochaines années, les constructeurs automobiles établis en Ontario chercheront à accélérer la production de VE. Cette transition ouvrira de nouvelles voies pour les travailleurs ontariens.

Les usines de fabrication de VE pourront compter sur des travailleurs de divers horizons. Certains feront leur entrée sur le marché du travail, idéalement armés de diplômes et de titres qui anticipent les besoins pour la transition vers les VE. D'autres auront acquis de l'expérience en fabrication dans d'autres industries. Les travailleurs possédant une expérience en fabrication automobile pourraient provenir de fabricants et de fournisseurs de pièces d'automobiles, ou avoir une expérience de travail avec les fabricants d'équipement d'origine (FEO) dans le secteur de la fabrication de VMCI.

Le présent rapport concerne surtout les travailleurs du secteur automobile qui possèdent de l'expérience en fabrication de VMCI, un segment de production qui pourrait fort bien être en déclin. Plusieurs de ces travailleurs devront se requalifier pour éviter d'être déplacés dans les années à venir. Bien qu'en plein essor, l'industrie des VE est déjà confrontée à une pénurie de travailleurs qualifiés¹.

Si l'industrie automobile de l'Ontario veut conserver sa main-d'œuvre qualifiée qui a assuré son succès dans l'espace des VMCI, elle devra appuyer la requalification des travailleurs expérimentés en VMCI afin de pourvoir les postes vacants dans le secteur de la fabrication de VE.

Le travail pour que l'industrie automobile de l'Ontario garde ses travailleurs qualifiés, qui sont essentiels pour assurer la transition vers les VE, nécessitera des efforts concertés. Les FEO seront les acteurs clés, assumant plusieurs rôles pour appuyer les travailleurs qui se requalifient. La participation de l'ensemble du secteur automobile est également essentielle, en particulier là où les pièces requises pour fabriquer des VE sont différentes de celles utilisées pour les VMCI, et où un changement est nécessaire pour répondre à la demande croissante pour le service, l'entretien et l'infrastructure de VE. Les établissements d'enseignement et de formation trouveront de nouveaux débouchés, en même temps que la demande pour la requalification augmente, et – comme il en sera discuté plus loin – devront envisager des moyens pour s'adapter et répondre aux besoins des travailleurs du secteur automobile qui veulent se requalifier. Les gouvernements seront appelés à appuyer le processus, sous plusieurs angles. Le présent rapport fournit des renseignements importants à ces auditoires et aux autres parties intéressées.

Transitions multidimensionnelles

Dans une certaine mesure, la requalification exige de prévoir l'avenir de l'industrie automobile à un moment où il vit simultanément plusieurs transitions. Le passage des VMCI aux VE se déroule en parallèle avec l'automatisation accrue dans le secteur manufacturier, le virage vers les véhicules définis par logiciels², les progrès vers la conduite autonome, la migration vers l'industrie 4.0³ et la croissance connexe de l'utilisation de l'IA dans l'industrie, parmi d'autres tendances innovantes. L'éducation et la formation sont également en mutation : de nouveaux modes de prestation connaissent une popularité grandissante, et les diplômes évoluent vers une granularité et une flexibilité accrues, comme en témoignent la prolifération des formations à distance et l'émergence des microcertifications. Pour s'adapter aux changements provoqués par ces transitions, le cadre de requalification pour l'industrie des VE doit être flexible et adaptatif, et conçu pour tirer parti de l'innovation en matière de formation et d'éducation.

Ce que vous trouverez dans ce rapport

Le présent rapport fournit un cadre pour la requalification des travailleurs possédant de l'expérience en fabrication de VMCI. Nous présentons d'abord un tableau des compétences et des connaissances dans le secteur de la fabrication de VE, puis identifions les lacunes dans les connaissances des travailleurs de l'industrie des VMCI qui devront être comblées pour faciliter leur transition vers la production de VE.

Par la suite, nous explorons l'écosystème de formation en VE, et dressons un portrait des initiatives de requalification appuyées par le gouvernement, examinons en quoi les microcertifications répondent aux besoins de requalification, et fournissons un aperçu des différentes options d'enseignement et de formation disponibles pour soutenir la requalification. Ces options incluent les universités et les collèges, la formation offerte par les FEO et les fournisseurs de matériel de production, et les modèles émergents, comme les collaborations pour les microcertifications. Ces dernières permettent aux établissements d'enseignement

supérieur, comme les collèges, de répondre aux besoins uniques des entreprises qui souhaitent faciliter la requalification des travailleurs. La présente section examine une variété de programmes de formation et la meilleure manière de les déployer pour soutenir efficacement et équitablement les travailleurs du secteur des VMCI qui se requalifient pour faire la transition vers les VE. Il est également question du rôle joué par les employeurs pour soutenir activement la requalification de leur main-d'œuvre.

Nous présentons ensuite les programmes de requalification utilisés pour combler les manques de connaissances mentionnés dans la première section. Nous décrivons également les programmes qui tiennent compte des lacunes et des connaissances requises, des fournisseurs potentiels, les types de formations et la séquence.

Notre analyse s'intéresse ensuite aux moyens à prendre pour suivre les progrès et les évaluer en fonction des indicateurs de rendement clés (IRC), et comment favoriser l'amélioration continue du cadre et des programmes de requalification afin d'améliorer le système au fil du temps, tout en évoluant au rythme des changements. Nous mettons également en lumière des considérations importantes sur le plan de l'équité, de la diversité et de l'inclusion (EDI) qui devraient orienter les pratiques de requalification dans l'industrie.

Nous avons pris en compte les facteurs humains dans la transition : l'impact de cette transition mondiale sur la santé mentale et le bien-être des travailleurs, et les moyens par lesquels les parties prenantes de l'écosystème peuvent soutenir les travailleurs durant leur parcours.

Le rapport se termine avec un sommaire de nos recommandations dans un cadre d'image simple, permettant ainsi aux lecteurs d'avoir facilement accès aux facteurs clés en matière de requalification des travailleurs.



1. Compétences et connaissances dans le secteur de la fabrication de VE

La construction de véhicules électriques requiert la participation d'un vaste éventail de professions. Sur la plateforme EVcareers.ca, on retrouve 51 appellations d'emploi différentes, qu'on peut regrouper en 32 professions, selon le système de Classification nationale des professions (CNP) de 2021. Les compétences et les connaissances requises pour ces emplois sont nombreuses. Nous en avons relevé près de 150. De ce nombre, plus des trois quarts sont des connaissances.

Certains emplois en fabrication de VE existent déjà dans la production de VMCI. Les travailleurs de l'industrie des VMCI possèdent des compétences hautement transférables. Ils n'ont toutefois pas toutes les connaissances nécessaires, étant donné que les VE ont des composantes distinctes et fonctionnent différemment. Certaines lacunes concernent des connaissances « entièrement nouvelles » sur les véhicules électriques, l'électricité et les batteries de VE. D'autres sont partielles et concernent les connaissances acquises par les travailleurs de l'industrie des VMCI et qui doivent être adaptées pour les VE, que ce soit les véhicules eux-mêmes ou leurs composantes. Certaines connaissances liées aux VMCI ne s'appliquent pas aux VE et deviendront éventuellement désuètes. Par exemple, les véhicules électriques n'ont pas de réservoir à essence ni de systèmes d'échappement, ce qui signifie que les travailleurs sur la chaîne de montage n'ont pas besoin de savoir comment installer ces composantes.

Quelques postes axés sur les batteries pour VE, les moteurs électriques et l'électronique de puissance sont uniques à la production de VE et n'existent pas à l'heure actuelle dans le domaine de la fabrication de VMCI. Compte tenu de leur caractère hautement scientifique et technique, ces postes (p. ex., de chimistes ou d'ingénieurs chimistes) ne se prêtent pas à la requalification. Pour les pourvoir, les employeurs devront donc recruter des candidats externes.

Le tableau ci-dessous présente les lacunes nouvelles et partielles au sein des professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun.

Professions que la production de VMCI et celle de VE ont en commun

Type de lacunes	Lacunes	Technologues et technicien(ne)s en génie électronique et électrique	Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électronicien(ne)s	Électricien(ne)s (sauf électricien(ne)s industriel(le)s et de réseaux électriques)	Directeur(trice)s des services de génie	Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication	Opérateur(trice)s de machines d'usinage	Machinistes et vérificateur(trice)s d'usinage et d'outillage	Directeur(trice)s de la fabrication	Technologues et technicien(ne)s en génie mécanique	Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s	Assembleur(euse)s, contrôleur(euse)s et vérificateur(trice)s de véhicules automobiles	Coordonnateur(trice)s de la logistique de la production et du transport
Nouvelles	Bloc de batteries		X						X		X		
	Gestion des batteries	X											
	Génie informatique	X											
	Génie électrique					X			X	X	X		
	Électricité											X	
	Moteur électrique	X					X	X					
	Véhicule électrique	X	X						X		X		
	Génie mécanique		X										
Partielles	Essieux						X	X					
	Châssis									X			
	Électronique	X	X						X		X		
	Intégration		X	X		X	X	X	X	X	X		
	Installation			X									
	Groupe motopropulseur		X			X	X	X	X		X		
	Propulsion		X			X			X		X		
	Sous-systèmes						X	X					
	Système de transmission		X				X	X					
	Tension/haute tension	X	X										



2. Écosystème de formation en VE

En Ontario, l'écosystème de formation englobe une variété d'organisations. Des établissements d'enseignement comme les universités et les collèges offrent déjà des programmes d'études à temps plein menant à l'obtention d'un grade ou d'un diplôme pour préparer les étudiants à un avenir dans l'industrie des VE. À ces établissements vient s'ajouter une foule de fournisseurs de services de formation – certains sont établis en Ontario, alors que d'autres exercent leurs activités ailleurs au Canada et dans le monde, et offrent des formations par voie numérique, accessibles partout.

Le gouvernement de l'Ontario joue un rôle actif pour s'assurer que le secteur automobile a accès à une main-d'œuvre possédant les compétences nécessaires, et a lancé plusieurs initiatives pour atteindre cet objectif. En 2020, la province a investi dans plusieurs programmes d'enseignement conçus pour préparer les travailleurs d'expérience et les étudiants de niveau collégial et universitaire en vue d'une carrière dans les secteurs de l'automobile et de la fabrication de

pointe⁴. Créé en 2021, le ROIV a publié sa Stratégie et feuille de route en matière de talents pour le secteur de l'automobile et de la mobilité en Ontario pour faire en sorte que la province ait accès à la main-d'œuvre qualifiée, talentueuse et diversifiée requise pour demeurer compétitive à l'échelle mondiale⁵. L'Mis sur pied en 2023, le programme régional de la main-d'œuvre de l'avenir du ROIV finance des projets innovateurs qui ont pour but de relier la prochaine génération de travailleurs au secteur automobile⁶. Le programme de partenariats en matière de contenu du ROIV aide les établissements d'enseignement postsecondaire à développer des microcertifications pour le perfectionnement des travailleurs du secteur automobile⁷. Le contenu est disponible à Apprentissage ROIV, le centre d'apprentissage pour le secteur de l'automobile et de la mobilité, lancé depuis peu⁸.

Le gouvernement du Canada a aussi contribué avec des programmes comme Voie Rapide⁹, avec l'appui du Programme de solutions pour la main-d'œuvre sectorielle¹⁰, et la plateforme Rehaussez vos compétences, où Palette Skills offre des cours en fabrication de pointe¹¹.



La plupart des travailleurs expérimentés qui souhaitent se requalifier occupent toujours un emploi. Ils ont plus de 25 ans et sont rendus à l'étape de maîtrise ou de maintenance de leur carrière¹². Au fil du temps, les responsabilités à l'extérieur du travail vont en augmentant, et il devient difficile de consacrer deux ou trois ans aux études à temps plein en vue d'obtenir un nouveau grade ou diplôme.

Pour satisfaire les besoins des travailleurs d'expérience, il est sans doute préférable d'utiliser des méthodes innovantes, comme les microcertifications – des programmes de formation de courte durée adaptés pour répondre aux besoins du marché de l'emploi¹³. Les microcertifications sont obtenues à la suite de brèves études, et sont généralement conçues pour être « cumulables », permettant aux apprenants qui étudient pour obtenir plusieurs microcertifications de bâtir une macrocertification au fil du temps¹⁴. Le caractère « cumulable » peut s'avérer très utile dans un contexte de requalification, en offrant aux travailleurs la possibilité de suivre des formations variées qui tiennent compte de leurs qualifications et de leurs expériences antérieures, et qui peuvent être adaptées pour répondre aux besoins uniques de l'industrie des VE.

La requalification doit être flexible

2.1. Fournisseurs de services de requalification en Ontario

Les travailleurs ontariens qui souhaitent se requalifier ont le choix parmi une variété de fournisseurs. Quelques-uns sont présentés ci-bas pour fournir un aperçu représentatif des options disponibles.

2.1.1. Établissements d'enseignement postsecondaire

Dans la province, les universités et les collèges offrent des programmes d'études menant à l'obtention d'un grade ou d'un diplôme pour préparer les étudiants à un emploi dans l'industrie des VE. Les diplômes universitaires et collégiaux demeurent la norme absolue en matière de titres de compétences. Ils sont obligatoires ou un atout pour obtenir certains emplois dans le secteur des VE. Même si ces programmes sont offerts dans plusieurs établissements en Ontario, ils exigent généralement une ou plusieurs années d'études à temps plein.

UNIVERSITÉS

L'industrie des VE affiche déjà une forte demande pour les ingénieurs¹⁵. Tous ces postes exigent à tout le moins un baccalauréat en génie. Les travailleurs qui souhaitent se qualifier pour ces postes doivent normalement suivre un programme d'études à temps plein de quatre ans. L'Université de Toronto offre des programmes d'études à temps partiel, mais les étudiants doivent assister aux cours en présentiel le jour¹⁶. Plusieurs travailleurs employés à temps plein auraient de la difficulté à suivre le programme, même si celui-ci est offert à temps partiel.

De nombreuses universités proposent une formation continue. Quelques-unes offrent des microcertifications. Très peu de cours d'ingénierie sont offerts de ces façons. Il y a cependant quelques exceptions, dont le programme Octroi du permis d'exercer aux ingénieurs formés à l'étranger (LIEP)¹⁷. En réponse à un projet de loi déposé en 2021, l'Ontario est devenu la première province au Canada à abolir l'exigence d'expérience de travail canadienne pour se qualifier pour une licence d'ingénieur¹⁸. Le programme LIEP a par la suite été déployé pour aider les ingénieurs formés à l'étranger à obtenir une licence. L'Université de Toronto offre plusieurs cours en ligne qui peuvent être utilisés pour obtenir le certificat LIEP. Ces cours sont également conçus pour soutenir le perfectionnement continu des ingénieurs et d'autres professionnels qui possèdent les connaissances nécessaires pour suivre les cours.

À titre d'exemple, la formation sur les systèmes électriques et les machines¹⁹ pourrait s'avérer utile aux ingénieurs qui souhaitent mettre à jour leurs connaissances en vue de passer au secteur de la fabrication de VE. Il est possible que des travailleurs possédant des connaissances approfondies, mais qui n'ont pas de diplôme, suivent ces cours – ceux-ci n'exigent aucun prérequis, mais précisent les connaissances que l'étudiant devrait avoir.

À l'avenir, ces cours du LIEP pourraient démontrer la faisabilité d'une formation d'ingénierie en ligne, dans des formats qui répondent aux besoins en matière de requalification. Notre recherche a permis de découvrir quelques options déjà offertes à ceux qui souhaitent se requalifier ou perfectionner leurs compétences en ingénierie ou en technologie du génie, tout en continuant de travailler.

COLLÈGES

Les collèges de l'Ontario offrent un éventail de diplômes :

- Diplômes de premier cycle : 4 ans à temps plein
- Programmes des collèges de l'Ontario menant à un diplôme avancé : 3 ans à temps plein
- Programmes des collèges de l'Ontario menant à un diplôme : 2 ans à temps plein
- Programmes des collèges de l'Ontario menant à un certificat : un an à temps plein ou l'équivalent à temps partiel
- Certificat d'études supérieures des collèges de l'Ontario : un an à temps plein ou l'équivalent à temps partiel, pour les étudiants qui possèdent déjà un diplôme d'études postsecondaires
- Microcertifications

D'une durée de trois ans, les programmes des collèges de l'Ontario menant à un diplôme avancé incluent souvent des stages coop. Certains, comme le programme de génie électronique du Collège Centennial, offrent des versions coop et non-coop. D'autres programmes, comme celui offert par le Collège Mohawk, exigent un stage coop. Les étudiants qui choisissent de suivre un programme coop doivent faire toutes leurs heures de stage coop, en plus des travaux obligatoires.

Les programmes de deux ans des collèges de l'Ontario pour l'obtention d'un diplôme qui préparent les étudiants à l'industrie des VE sont offerts dans de nombreux établissements. Plusieurs sont axés sur les techniques et les technologies du génie, et permettent aux étudiants de se spécialiser dans diverses sous-disciplines, comme le génie électrique, le génie électronique, le génie mécanique, les produits chimiques et les processus, et le génie informatique. À titre d'exemple, notons le programme de techniciens en génie électrique du Collège Niagara et le programme de technicien en génie électromécanique offert par le Collège Sheridan à son campus de Brampton. La liste complète des programmes offerts est disponible en ligne²⁰.

Étude de cas

La School of Skilled Trades du Collège St. Clair offre un programme de technicien en véhicules électriques de deux ans menant à l'obtention d'un diplôme des collèges de l'Ontario. Le programme inclut un stage et prépare les étudiants à une carrière de technicien en génie électrique et électronique, ou de mécanicien de véhicules automobiles²¹.

Bien qu'ils soient plus généraux de nature et destinés aux étudiants qui n'ont pas encore entamé leur carrière ou dont la carrière débute, plutôt qu'aux travailleurs d'expérience, certains programmes collégiaux menant à l'obtention d'un certificat offrent également une préparation adéquate en vue d'une carrière dans l'industrie des VE. Très peu permettent d'étudier à temps partiel. Des programmes plus flexibles ont toutefois fait leur apparition. Les programmes collégiaux menant à l'obtention d'un certificat exigent 600 heures de cours; ces heures peuvent être réparties sur deux semestres complets, ou sur une plus longue période, comme c'est le cas avec le programme des mécaniciens en véhicules électriques du Collège George Brown.

Étude de cas

La School of Mechanical Engineering Technologies du Collège George Brown offre un programme de technicien en véhicules électriques (VE) menant à l'obtention d'un certificat du Collège. Le programme comporte 14 modules qui exigent l'équivalent de 32 semaines d'études à temps plein. Ceux-ci sont offerts en mode asynchrone et sur demande, permettant ainsi aux étudiants de progresser à leur propre rythme²².

Bon nombre de programmes menant à des microcertifications parmi les plus pertinents sont offerts par les collèges. Puisque plusieurs de ces cours sont offerts en ligne, les étudiants ne sont plus limités aux établissements à proximité de leur domicile ou de leur lieu de travail. La School of Distance Education du Collège George Brown propose six programmes de technicien en VE aux étudiants de partout dans le monde. Ces programmes peuvent être suivis par des étudiants de façon individuelle ou regroupés et offerts sous forme de formation en entreprise. Chaque programme en techniques a son propre site Web²³.

2.1.2. Perfectionnement professionnel et formation par des tiers, y compris les fournisseurs en équipement

Dans certains cas, les fournisseurs externes sont les mieux placés pour répondre aux besoins en matière de requalification. Certaines entreprises qui fournissent des logiciels et de l'équipement aux constructeurs de VE ont mis au point des modules de formation pour accompagner leurs produits. Ces formations ne suivent pas toutes le même schéma. C'est le cas du programme de certification des systèmes de mécatronique de Siemens, qui est plutôt long et qui est offert par un collège ou une université, en partenariat avec Siemens²⁴. D'autres formations, comme celle de MathWorks, sont offertes sous forme de cours en virtuel, de courte durée, en mode synchrone ou asynchrone²⁵.

Étude de cas

Festo Inc, une entreprise d'automatisation industrielle et fournisseur pour les constructeurs automobiles, a créé la Festo Learning Experience (Festo LX), un portail en ligne qui propose une expérience d'apprentissage personnalisée aux enseignants et aux apprenants. Festo LX a pour but de faciliter la tâche de ses clients industriels, comme les FEO du secteur automobile, qui souhaitent former et éduquer leurs employés. Le matériel de cours couvre des sujets liés aux VE, comme la mécatronique et la fabrication de véhicules électriques et de batteries²⁶.

2.1.3. Modèles de collaboration émergents

Les microcertifications créées et offertes en partenariat représentent une tendance à la hausse. Nous avons déjà mentionné la certification en mécatronique de Siemens, un partenariat entre un fabricant d'équipement, des collèges et des universités de partout dans le monde. Le partenariat entre ACCES Employment, un organisme communautaire de développement de la main-d'œuvre et de bienfaisance qui aide les travailleurs confrontés à des obstacles de se trouver un emploi sur le marché du travail au Canada; Palette Skills, un organisme national à but non lucratif qui cultive les talents pour des entreprises innovantes; et le Collège Humber. Ce projet de collaboration a permis de mettre au point un programme gratuit et fondé sur le secteur, destiné aux travailleurs en milieu de carrière qui recherchent un emploi dans le secteur de la fabrication de pointe²⁷. Le programme comporte cinq microcertifications qui, une fois cumulées, forment un certificat en fabrication de pointe²⁸.

De tels partenariats constituent un modèle prometteur pour la requalification, en misant sur les connaissances de l'industrie quant à ses besoins et sur l'expertise pédagogique des établissements d'enseignement supérieur, et en offrant une formation menant à l'obtention de microcertifications. Ces partenariats devraient permettre aux industries comme celle de la fabrication de VE d'offrir aux travailleurs qui souhaitent se requalifier une formation hautement ciblée, de qualité, offrant assez de flexibilité pour favoriser la conciliation études-travail, et menant à l'obtention de titres de compétences largement reconnus. Il est important que les travailleurs qui se requalifient soient conscients des avantages d'une telle formation. Les titres de compétences qui répondent aux besoins des employeurs et qui envoient le signal de leur valeur au reste du monde contribueront à ces perceptions. Nous en discuterons en détail dans la section de la gestion du changement.

2.2. Rôle de l'employeur dans la requalification des travailleurs

S'ils souhaitent garder leurs travailleurs qualifiés qui ont contribué à leur succès, les constructeurs automobiles doivent jouer un rôle actif dans leur requalification.

2.2.1. Formation en entreprise

Il existe peu de données sur la prévalence des programmes de formation en entreprise qui aident les travailleurs à se requalifier dans la fabrication de VE. Toutefois, les grandes entreprises qui souhaitent transférer de nombreux travailleurs des VMCI aux VE pourraient trouver plus rentable d'investir dans des programmes de formation à l'interne. Ces programmes conçus spécialement pour les employés offrent plusieurs avantages :

- Ils peuvent être adaptés pour répondre aux besoins uniques de l'employeur et des employés.
- Ils peuvent être élaborés en tenant compte des connaissances détaillées des procédés et des équipements utilisés par l'employeur qui offre la formation.
- Tous les travailleurs reçoivent la même formation, assurant l'utilisation d'un langage commun et une même compréhension du matériel
- La mise en place et l'évolution de la surveillance en seront facilitées puisque l'employeur aura le plein contrôle du programme.

2.2.2. Formation par les pairs

La formation par les pairs est la méthode privilégiée par le FEO avec qui nous sommes entretenus en préparant cette étude. Ce dernier a indiqué qu'il utilisait plusieurs méthodes, allant de l'observation en situation de travail, aux programmes officiels où des employés experts dans leur domaine et très expérimentés sont formés pour fournir une formation au travail (former le formateur) aux autres employés, à l'aide du matériel pédagogique provenant des fournisseurs d'équipements et de tout autre contenu pertinent, contextualisés par les connaissances appliquées acquises par les formateurs.

La formation par les pairs mise sur les connaissances qui résident dans l'organisation et permet à l'employeur de garder et de propager le savoir-faire acquis par les travailleurs d'expérience au fil du temps. Alors que l'enseignement formel doit revêtir un caractère plus général afin que les étudiants puissent mettre à profit leurs connaissances durant leur parcours professionnel, une formation sur le terrain et moins formelle pourrait convenir davantage aux besoins particuliers en usine.

Un des inconvénients de la formation par les pairs est qu'elle ne suit pas naturellement le rythme de l'innovation dans le domaine de l'outillage et de la technologie. Tandis que les fournisseurs de services d'apprentissage formel se doivent de rester au fait des changements dans l'industrie afin de préparer les étudiants pour l'avenir, la formation par les pairs est transmise par des travailleurs expérimentés qui ont peut-être acquis leurs connaissances et leurs compétences bien avant l'ère numérique.

Un autre désavantage de la formation par les pairs est que les connaissances sur lesquelles elle est axée sont souvent codifiées de façon moins formelle. Lorsqu'un travailleur en forme un autre pour effectuer une tâche donnée, il est possible qu'il ne subsiste aucune trace des connaissances transmises. Cela pourrait avoir des répercussions sur la mesurabilité, compliquant ainsi l'évaluation des compétences, et limitant la portée des fonctions d'apprentissage et de développement en entreprise visant à accroître l'efficacité ou à tirer profit de la réutilisation de la formation pour améliorer le rendement du capital investi.

2.2.3. Collaboration avec les syndicats

Les syndicats qui représentent les travailleurs du secteur automobile, dont Unifor, offrent des cours à leurs membres. Même si son site Web ne fait mention d'aucune formation technique, le syndicat offre une formation en santé et sécurité, et en développement du leadership²⁹. Ces cours ne sont pas conçus pour appuyer la requalification en vue de la transition vers les VE, mais les syndicats ont démontré leur volonté de représenter les intérêts de leurs membres dans cette transition, et de s'assurer que ces derniers aient accès à de bons emplois dans le secteur de l'automobile. À mesure que la transition progresse, les syndicats pourraient vouloir offrir un soutien aux membres qui choisissent de se requalifier.

2.2.4. Accès à la formation adéquate

Les employeurs sont mieux placés que les travailleurs pour savoir quelles sont les compétences et les connaissances dont ils ont besoin. Ils peuvent utiliser ce savoir pour choisir la formation appropriée, soutenir la création d'un programme de formation au besoin, et élaborer un plan qui permet aux travailleurs de suivre cette formation. Ces étapes sont décrites de façon détaillée dans la section des formations offertes pour la requalification.

Les employeurs devraient prévoir les investissements nécessaires pour élaborer une partie de la formation que les employés doivent suivre pour se requalifier. La plupart des éléments requis pour bâtir un programme complet de requalification existent déjà – les établissements d'enseignement supérieur, les fabricants et les fournisseurs d'outillages et d'équipements, et d'autres sources offrent une quantité importante de contenu d'apprentissage pertinent – bien qu'il y ait sans doute des lacunes à combler pour satisfaire les besoins spécifiques à l'employeur ou à l'usine. Dans ce cas, des programmes de formation conçus et offerts par les employeurs, en partenariat ou en collaboration avec d'autres organisations, le cas échéant, seraient sans doute plus appropriés. Les FEO peuvent avoir des perspectives et des besoins différents en ce qui a trait aux aspects qu'ils veulent gérer à l'interne et ceux qu'ils préfèrent confier à un tiers.

Comme il a été mentionné ci-dessus, une approche rigoureuse devrait envisager l'option d'une formation progressive offerte sous différentes formes et par différents fournisseurs, des établissements d'enseignement aux formateurs en entreprise, en passant par la formation par les pairs, puis intégrée et surveillée par le biais d'une plateforme de main-d'œuvre connectée ou l'équivalent.

2.2.5. Soutien aux travailleurs qui se requalifient

Les travailleurs qui choisissent de se requalifier doivent investir du temps pour s'assurer d'acquérir les compétences que recherche l'employeur. S'ils doivent concilier travail et études (ce qui est souvent le cas), ils peuvent ressentir des contraintes de temps. Les employeurs peuvent apporter leur soutien pour aider ces travailleurs durant leur parcours, que ce soit en créant un environnement qui valorise la requalification et en libérant du temps pour leur permettre de suivre la formation voulue. Les employeurs peuvent également payer les coûts de la formation, en tout ou en partie. Des programmes comme la Subvention Canada-Ontario pour l'emploi, qui couvre la moitié des coûts de formation (jusqu'à concurrence de 10 000 \$ par travailleur), sont offerts aux employeurs qui souhaitent investir dans la formation de leur main-d'œuvre en faisant appel à des formateurs externes admissibles³⁰. En démontrant clairement l'importance qu'ils accordent à la requalification, les employeurs contribuent à créer un environnement qui favorise l'apprentissage et l'épanouissement des travailleurs, tout en les aidant à s'adapter aux besoins changeants de l'industrie.

3. Méthodes d'apprentissage

La requalification est offerte sous différentes formes, que ce soit en classe, en milieu de travail ou en ligne. Des méthodes émergentes ont commencé à tirer parti des innovations numériques. C'est le cas de l'industrie 4.0³¹ et de la réalité virtuelle et augmentée (RV/RA).

3.1. Apprentissage mixte

En règle générale, la requalification utilise une approche mixte³², avec des cours en classe (mode présentiel ou virtuel) et des activités hors classe. Les concepteurs de cours ont le choix parmi plusieurs modèles, et peuvent combiner les modes synchrone et asynchrone.

3.2. Apprentissage en mode synchrone ou asynchrone

L'apprentissage peut se faire en mode asynchrone ou synchrone³³. La méthode traditionnelle en classe est synchrone : les étudiants et l'instructeur sont présents au même moment. Cela facilite les discussions et rend le tout plus naturel. Les étudiants ont également un horaire établi. En revanche, l'apprentissage asynchrone

est structuré de manière à ce que les étudiants puissent travailler à leur propre rythme, au moment qui leur convient. Depuis longtemps, les deux modes sont utilisés en enseignement : tandis que les cours en classe sont généralement synchrones, les travaux scolaires sont asynchrones.

Avec l'émergence des technologies numériques et de l'apprentissage en virtuel, les éducateurs sont en mesure d'offrir une plus grande valeur en mode asynchrone. Les systèmes de gestion de l'apprentissage (SGA) permettent d'offrir un apprentissage en classe aux étudiants qui travaillent à leur propre rythme. Les exposés, qui exigeaient jusqu'ici une présence en personne, peuvent maintenant être présentés sur vidéos préenregistrées que les étudiants peuvent visionner quand bon leur semble. Les discussions qui auraient autrement eu lieu en classe peuvent se dérouler sur une plus longue période grâce aux fils de messages numériques. Les connaissances partagées s'accumulent sur la plateforme, et les étudiants y ont facilement accès, comparativement aux cours traditionnels en mode synchrone, auxquels les étudiants doivent assister en personne pour prendre des notes et prendre les arrangements nécessaires lorsqu'ils ratent des cours ou qu'ils ont d'autres contraintes d'horaires.

3.3. Diversité des options offertes

Diverses options sont offertes, selon les différents objectifs d'apprentissage.

3.3.1. Formation en classe

L'environnement en classe est sans doute le plus approprié pour le matériel conceptuel qui se prête bien aux exposés et aux discussions de groupe. Il n'est pas nécessaire que les classes soient en présentiel : les salles de classe virtuelles sont de plus en plus répandues et peuvent jouer un rôle important dans la requalification dans l'industrie des VE. Les salles de classe virtuelles permettent aux fournisseurs de services d'apprentissage de réunir des étudiants de partout sur une même plateforme, de l'endroit qui leur convient le mieux, leur évitant ainsi d'avoir à se déplacer.

3.3.2. Formation expérientielle

La formation expérientielle, comme l'observation au poste de travail, est tout indiquée pour les travailleurs qui souhaitent acquérir des compétences pratiques. Ce type de formation convient particulièrement à la requalification. Une étude de Boston Consulting Group (BCG) menée en 2021 a révélé que 65 % des adultes préfèrent apprendre sur le terrain³⁴.

Plusieurs activités d'apprentissage qui facilitent la requalification entrent dans la catégorie de la formation expérientielle :

- Apprentissage intégré au travail, comme la coop
- Démonstrations en usine
- Formation par les pairs
- Observation au poste de travail
- Mentorat

3.3.3. Enregistrements

Les enregistrements sur vidéo sont devenus l'une des principales méthodes de formation et d'enseignement au cours des dernières années. Certains fournisseurs d'équipement produisent des vidéos de formation. C'est le cas de Festo LX, tel que décrit précédemment.

3.3.4. Technologies émergentes : réalité étendue

La réalité augmentée (RA) et la réalité virtuelle (RV) sont de plus en plus utilisées dans la formation sur les tâches industrielles³⁵. Les deux notions sont souvent mentionnées dans la même phrase, mais il s'agit de deux technologies très différentes du point de vue de l'expérience de l'utilisateur et des possibilités qu'elles offrent aux concepteurs pédagogiques. La RV place l'utilisateur dans un environnement entièrement virtuel, tandis que la RA superpose des graphiques numériques sur des objets du monde réel. La terminologie en évolution vient compliquer le tout : les experts parlent maintenant de réalité mixte (RM), dans laquelle une vidéo en temps réel de l'environnement externe se mélange avec la réalité virtuelle (RV) et la réalité étendue (RE), un terme générique pour décrire la RA, la RM et la RV³⁶.

En 2024, avec ces technologies qui sont relativement nouvelles, il est difficile de dire quelles sont les meilleures méthodes de requalification. Certaines études ont démontré que la RA produit des résultats légèrement supérieurs, en particulier pour les travailleurs plus âgés^{35,37}, bien que certains fabricants aient obtenu d'excellents résultats avec la RV³⁸.

3.3.5. L'avenir

Avec la numérisation qui se poursuit dans l'industrie de la fabrication automobile, s'approchant de la description que les leaders d'opinion donnent de l'industrie 4.0³, il sera de plus en plus facile d'utiliser ces technologies de RE pour plusieurs aspects de la formation. Lorsque les fabricants possèdent des répliques entièrement numériques (« jumeaux numériques ») de leurs usines, équipements et véhicules, la RA pourrait être utilisée comme complément de formation pour aider les travailleurs qui apprennent sur le terrain.



4. La mise en œuvre

Pour tirer profit de l'écosystème, les efforts en matière de requalification nécessitent d'intégrer les divers aspects mentionnés au présent rapport dans des programmes adaptés pour soutenir l'évolution de la main-d'œuvre de l'industrie des VMCI à celle des VE de l'avenir, et faciliter l'apprentissage continu requis pour progresser au rythme de l'innovation des technologies de la fabrication et de l'automobile. Trois différents concepts d'intégration sont présentés ci-dessous.

4.1. Modèles de formation progressive

Selon le FEO que nous avons interrogé pour rédiger le présent rapport, et une étude récente qui visait à évaluer les besoins changeants de la main-d'œuvre du secteur manufacturier canadien, la capacité à travailler de façon autonome est un besoin essentiel dans le secteur automobile³⁹.

Une étude de 2023 sur la formation des travailleurs et les besoins futurs s'est penchée sur les défis associés à la formation des travailleurs qui vise à les outiller pour accomplir de façon autonome des tâches courantes et des tâches non routinières, en plus de proposer une approche progressive qui mise sur la formation en entreprise et la formation sur le terrain pour compléter la formation en établissement⁴⁰. Bien que l'étude concerne spécifiquement des travailleurs d'une

plateforme pétrolière en mer, les conclusions sont révélatrices et peuvent s'appliquer à d'autres secteurs, dont celui de la fabrication automobile.

Comme l'indique le tableau ci-dessous, les auteurs de l'étude divisent la formation en trois étapes : la formation générale, l'apprentissage initial et la formation sur le terrain. La formation générale est dispensée par les établissements d'enseignement, souvent avant l'embauche. Pour le secteur automobile de l'Ontario, ces établissements incluent les universités, les collèges et les programmes de métiers spécialisés. La deuxième étape, l'apprentissage initial, débute lorsqu'un travailleur se voit attribuer un poste. Celui-ci se familiarise alors avec son environnement de travail, l'équipement, la culture d'entreprise, les attentes et les autres aspects liés à son emploi. Cet apprentissage peut se faire à l'aide d'une formation en entreprise. Une fois que l'employé a commencé son emploi, l'apprentissage se poursuit à la troisième étape, soit la formation sur le terrain, qui lui offre le soutien dont il a besoin, une formation contextuelle pour une application directe, et des renseignements plus susceptibles d'être retenus. Les auteurs de l'étude proposent de faire de la troisième étape un jeu et d'utiliser des systèmes numériques pour livrer le matériel conçu par des spécialistes de la formation en entreprise⁴⁰.

Modèle progressif d'acquisition des compétences



Source : L'image est de Longo, F., Padovano, A., De Felice, F., Petrillo, A., & Elbasheer, M. (2023). Extrait de "Prepare for the unknown" to "train for what's coming": A digital twin-driven and cognitive training approach for the workforce of the future in smart factories. Journal of Industrial Information Integration, 32, 100437. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2023.100437>. Elle n'est disponible qu'en anglais.

4.2. Main-d'œuvre connectée

Parfois appelée « solutions pour main-d'œuvre connectée », la main-d'œuvre connectée désigne une forme de transformation numérique pour la fabrication, qui englobe un éventail d'outils, de technologies et de plateformes. Les dispositifs numériques comme les lunettes de RA/RV et les appareils portatifs (tablettes, téléphones et autres) sont connectés à des plateformes de collaboration offrant une couche de connexion numérique qui se superpose aux ressources humaines et physiques des usines. Les technologies pour main-d'œuvre connectée permettent d'extraire et de stocker des données sensibles qui définissent l'environnement en usine à un niveau granulaire. Dans un contexte d'apprentissage et de compétences, elles servent entre autres à saisir et à étendre les compétences spécialisées et rares, à transmettre des directives de travail et des procédures d'exploitation normalisées, à l'endroit et au moment où elles sont requises, et à fournir une microformation en contexte⁴¹. Les technologies pour main-d'œuvre connectée peuvent servir à augmenter ou même remplacer la traditionnelle microformation par les pairs qu'on utilise en usine, en aidant les employeurs à formaliser et à uniformiser l'apprentissage. Les plateformes pour main-d'œuvre connectée permettent d'évaluer l'apprentissage (avec des tests et des jeux-questionnaires), d'identifier les risques et de combler les lacunes liées à la formation des employés, et d'appuyer l'apprentissage sur le terrain pour favoriser l'autonomie au travail.

Bosch Automotive utilise Poka, une plateforme canadienne de travail connecté avec un volet de gestion de l'apprentissage, pour améliorer ses communications et suivre le développement des compétences⁴². Poka est également utile pour créer une base de données sur les compétences requises pour les travailleurs et pour les usines⁴³. Il existe plusieurs autres plateformes pour main-d'œuvre connectée et systèmes numériques qui facilitent l'organisation et le suivi du développement des compétences dans le secteur manufacturier.

4.3. Microcertifications et badges ouverts

Le gouvernement de l'Ontario s'efforce d'encourager l'expansion des microcertifications sur son territoire. Il a également dirigé un projet-pilote de passeport virtuel qui permet aux apprenants de suivre et de partager les microcertifications reconnues par la province⁴⁴. Le cumul des microcertifications peut également se faire avec des « badges ouverts »⁴⁵. CanCred est un exemple de plateforme canadienne. D'autres plateformes, comme CanCred Factory, offrent également des badges numériques ouverts⁴⁶.

Plusieurs microcertifications sont déjà adaptées pour la chaîne de blocs, et conçues pour être cumulées. Un système de badges ouverts peut faciliter le cumul et mener à l'obtention de macrocertifications reconnues par les employeurs du secteur des VE.

Conjointement avec les travaux parrainés par le ministère des Collèges et des Universités pour promouvoir l'assurance qualité des microcertifications en Ontario¹⁴, un passeport ou un système de badges ouverts équivaldrait à un relevé de notes numérique universel qui servirait d'attestation pour les cours de microcertifications réussis par les étudiants, facilitant ainsi l'apprentissage continu des travailleurs qui se requalifient en vue de la transition vers les VE et les autres technologies déployées dans l'industrie automobile, et pour tout ce qui pourrait se pointer à l'horizon.



5. Parcours de requalification et d'apprentissage

En Ontario, le secteur de la fabrication de VE est en à ses débuts. La présente étude s'efforce de répondre aux attentes des employeurs et de prévoir la croissance en termes de volume et de diversité des besoins à mesure que la transition progresse.

Comme il a été mentionné plus tôt, les programmes d'études à temps plein sur une période d'un an ou plus peuvent difficilement répondre aux besoins de la plupart des travailleurs qui souhaitent se requalifier. Il est à prévoir que les travailleurs faisant l'objet de cette étude conserveront leur emploi pendant leur requalification, et auront d'autres responsabilités et contraintes les empêchant de poursuivre des études à temps plein sur une longue période.

Nous avons choisi de nous concentrer sur les microcertifications comme principaux éléments des parcours décrits au présent rapport. Les microcertifications cumulables représentent la solution idéale pour combler les lacunes dans les connaissances fondamentales des travailleurs de l'industrie des VMCI qui se préparent à la transition vers la production de VE.

Les microcertifications combleront aussi certains besoins qu'ont les employeurs. Même si ceux-ci peuvent mettre au point une formation adaptée pour fournir des connaissances fondamentales en matière de VE, les formations qui ne confèrent aucune certification recherchée par l'industrie pourraient ne pas intéresser les travailleurs du point de vue de la gestion du changement. Puisque les employeurs ont besoin de créer des programmes de formation qui répondent à des besoins précis (pour l'apprentissage initial et la formation sur le terrain mentionnés dans le modèle progressif décrit ci-haut), le recours aux microcertifications pourrait réduire les investissements et le temps requis pour mettre sur pied un programme complet de requalification pour tous les candidats. Les employeurs qui souhaitent fournir l'accès aux connaissances fondamentales en matière de VE pour la requalification des employés pourraient vouloir incorporer des microcertifications de différents établissements d'enseignement dans leur parcours, et utiliser les méthodes mentionnées ici pour cerner les lacunes qu'ils souhaitent combler en investissant dans l'élaboration ou l'adaptation d'un programme de formation. Lorsque des lacunes existent dans les ressources disponibles pour répondre aux besoins fondamentaux, la formation consentie par l'employeur pourrait prendre la forme de microcertifications fondées sur l'industrie et mises au point en partenariat avec les établissements d'enseignement.

L'Ontario a presque tous les éléments nécessaires pour bâtir un écosystème de requalification solide et efficace :

- D'excellents établissements d'enseignement qui offrent des cours permettant d'acquérir les connaissances recherchées
- Un modèle de microcertification et un programme émergent d'assurance qualité
- Des constructeurs automobiles qui créent une demande pour des compétences et des connaissances en matière de fabrication de VE
- Des travailleurs d'expérience dans le secteur automobile qui feraient d'excellents candidats pour la requalification en vue d'occuper des emplois dans le secteur de la fabrication de VE

Toutefois, à quelques exceptions près, les connaissances requises pour combler les lacunes décrites dans le présent rapport ne sont pas encore offertes sous forme de microcertifications dans les établissements d'enseignement de l'Ontario. Plusieurs des cours mentionnés ici sont offerts à l'étranger. Les établissements d'enseignement ontariens proposent des cours similaires, mais uniquement aux étudiants inscrits à temps plein à des programmes menant à l'obtention d'un grade ou d'un diplôme.

Les microcertifications sont les mieux adaptées pour fournir des connaissances fondamentales, mais représentent une partie de la solution. Les employeurs doivent investir dans la formation pour combler des besoins précis. Il est peu probable que les microcertifications présentement offertes couvrent la machinerie

spéciale ou les logiciels utilisés dans une usine. Les connaissances fondamentales acquises à l'aide de microcertifications doivent être complétées par une formation ciblée qui fournit des connaissances détaillées sur les fonctions et les tâches que les travailleurs devront accomplir et les équipements qu'ils utiliseront. Le contenu d'apprentissage qui répond à ces besoins doit être défini par l'employeur, et dispensé par celui-ci aux étapes de l'apprentissage initial et de la formation sur le terrain. Les employeurs peuvent également collaborer avec les établissements d'enseignement supérieur pour élaborer des cours adaptés et destinés uniquement à leurs employés. Certains établissements ont démontré de l'intérêt pour de tels partenariats en vue d'offrir une formation axée sur les VE⁴⁷.

5.1. Le parcours de requalification pour les employeurs

Les types de formation ci-dessous sont destinés à être suffisamment flexibles pour favoriser la croissance et le changement en termes de disponibilité des cours et des certifications. Nous proposons des options que les employeurs et les travailleurs peuvent commencer à utiliser dès maintenant pour combler les besoins immédiats, et discutons de la manière dont l'industrie peut travailler avec les autres acteurs de l'écosystème pour offrir des options mises au point en Ontario, axées sur l'industrie et mieux adaptées aux besoins des constructeurs automobiles de l'Ontario et de leurs travailleurs, et pour évoluer en fonction des innovations et des changements qui s'annoncent avec la transition vers les VE.



La gestion du changement est essentielle au succès de la requalification

La transition des travailleurs du secteur de la fabrication des VMCI aux VE doit être examinée dans l'optique de la gestion du changement. Il ne suffit pas que les employeurs se contentent de proposer des voies vers la requalification – ils devront être prêts à soutenir les travailleurs durant la transition. Un article publié en 2023 dans le Harvard Business Review (HBR) propose plusieurs façons de faciliter la requalification par la gestion du changement⁴⁸.

INTÉGRER DANS LES PRATIQUES DE GESTION

Il arrive que des cadres intermédiaires s'opposent à la requalification, que ce soit par crainte que les travailleurs perdent de vue leurs tâches existantes durant leur formation en vue de la requalification, ou de les voir partir une fois requalifiés. Un des moyens pour freiner cette tendance consiste à rendre la direction explicitement responsable d'encourager les employés à s'inscrire et à terminer les modules de formation.

ÉTABLIR DES LIENS AVEC LES EMPLOYÉS ET ENCOURAGER LEUR PARTICIPATION

D'abord et avant tout, il est essentiel de traiter les employés comme des partenaires, et de discuter avec eux de l'importance de la requalification et des avantages qu'elle leur offre. Une fois informés des postes qu'ils pourront obtenir au terme de la requalification, les employés feront preuve d'une plus grande ouverture. Les gestionnaires doivent décrire clairement les possibilités futures et les compétences requises avant de déployer les programmes de requalification, et encourager les travailleurs à s'inscrire⁴⁸.

5.2. Parcours et formations pour la requalification

Dans la présente section, nous présentons le parcours pour chacune des professions mentionnées à l'étape 1 et pour lesquelles il existe des lacunes en matière de connaissances pour faire la transition de la fabrication des VMCI aux VE. Les détails sont présentés sous forme de tableaux qui peuvent servir à identifier les formations actuellement offertes, et à aider les employeurs qui souhaitent créer – de façon indépendante ou en collaboration avec les partenaires de l'écosystème – de nouvelles occasions de requalification pour les travailleurs.

5.2.1. Étapes du parcours

DÉTERMINER QUELLE EST LA FORMATION APPROPRIÉE

1. Le parcours commence par l'identification des professions pour lesquelles l'employeur souhaite soutenir la requalification.
2. Une liste des besoins prévus est fournie pour chaque profession.
3. L'employeur peut faire une recherche à l'interne pour s'assurer que les besoins qui figurent sur la liste correspondent à ceux qu'il a cernés, et se servir des conclusions pour créer une liste des besoins prévus qui répond davantage à ses exigences.
 - a. L'employeur doit déterminer quels sont les aspects fondamentaux, et ceux qui pourraient être adressés aux étapes ultérieures lors de l'apprentissage initial et la formation sur le terrain.
 - b. L'employeur voudra peut-être répertorier les éléments de contenu des programmes de formation de l'entreprise susceptibles de combler certains besoins.
4. Pour chaque besoin éventuel, des formations sont suggérées dans la colonne « Exemple à court terme »; d'autres ressources sont fournies, le cas échéant.
5. L'employeur peut...
 - a. Juger que les options proposées répondent au besoin de l'entreprise;
 - b. Tirer parti du contenu d'apprentissage déjà disponible à l'interne;
 - c. Utiliser les renseignements fournis pour identifier d'autres occasions de formation. De nouvelles microcertifications sont en voie de développement en Ontario, et il faut s'attendre à ce que cela se poursuive dans les prochaines années;
 - d. Utiliser les renseignements fournis pour orienter l'élaboration de programmes de formation conformes à ses exigences. À titre d'exemple, SAE offre une formation en entreprise, et pourrait s'avérer un bon partenaire; les universités et les collèges de l'Ontario peuvent aussi contribuer au développement de programmes de formation adaptés aux entreprises.

Certains employeurs pourraient vouloir créer un programme de formation sur mesure pour en conserver l'entière propriété intellectuelle.

6. Les employeurs devraient maintenant posséder suffisamment d'information pour établir un parcours d'apprentissage pour leurs employés.

IDENTIFIER LES CANDIDATS ET ENCOURAGER LA PARTICIPATION

7. L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour encourager les employés à se requalifier. Les différentes méthodes sont décrites dans la section « Rôle de l'employeur » ci-haut.
8. L'employeur identifie les candidats à la requalification et les informe qu'ils ont été sélectionnés.
9. L'employeur peut travailler de concert avec les candidats pour établir des parcours individuels de requalification qui répondent aux besoins de chacun.
 - a. Le cas échéant, l'employeur peut modifier les tâches d'un employé pour faciliter sa requalification.

INSCRIPTION ET APPRENTISSAGE

10. L'employeur qui soutient activement la requalification de ses employés peut suivre leur progrès en cours de route.
11. Les travailleurs s'inscrivent à la formation, avec le soutien de l'employeur.
12. Les travailleurs suivent la formation menant à leur requalification.

ACHÈVEMENT ET VALIDATION

13. Au terme de chacun des cours, les travailleurs en requalification devraient recevoir une certification quelconque.
14. Les certifications sont validées, et les nouvelles connaissances de l'employé sont enregistrées.
15. À la fin du parcours, l'employeur doit s'efforcer d'offrir à ces employés de nouveaux postes qui correspondent à leurs nouvelles qualifications.
16. L'employeur mène une rétroaction et mesure leur succès en cours de route et à la fin de la formation.
 - a. En fonction des commentaires recueillis, l'employeur pourrait vouloir perfectionner son processus, les occasions d'apprentissage qu'il recommande aux employés, et le soutien en place.
 - b. L'employeur peut suivre les progrès et mesurer le succès pendant quelque temps à la fin du parcours pour déterminer dans quelle mesure le programme de requalification répond aux besoins de l'entreprise.

5.2.2. Parcours de requalification par profession

Notre recherche a révélé 14 professions (groupes de base de la CNP) communes à la fabrication de VMCI et de VE. Selon les données disponibles, dix de ces professions comportent des lacunes en matière de connaissances qui devront être comblées pour faire la transition vers la fabrication de VE. À mesure que l'industrie évolue à travers les transitions décrites dans l'introduction, d'autres lacunes surgiront vraisemblablement. Les parcours dont il est question ici devraient jeter les bases qui permettront aux employeurs de bâtir leurs programmes de requalification et de les adapter pour combler les lacunes dans les connaissances fondamentales, et de compléter le tout avec une formation sur mesure qui répond aux besoins de l'usine et des postes au sein de celle-ci.

COMMENT LIRE LES TABLEAUX

Les tableaux ci-dessous présentent les lacunes décrites à l'étape 1, par profession, et les relient aux programmes de formation offerts et à la terminologie utilisée pour les décrire.

Séquence

Les parcours sont organisés pour débiter avec des aperçus et des connaissances plus fondamentales, puis progressent vers des objectifs d'apprentissage plus détaillés ou plus spécifiques.

Pour chaque profession, la même valeur de séquence peut être attribuée à plus d'une lacune. Par exemple, la formation pour les technologues et techniciens en génie électronique et électrique débute avec un aperçu sur les VE (séquence 1), puis aborde la sécurité (séquence 2), avant de se pencher sur des lacunes plus techniques qui, selon nous, pourraient être abordées dans n'importe quel ordre et qui reçoivent toutes une valeur de séquence de 3.

Lacune et type

Ces renseignements correspondent aux résultats de la phase 1.

Besoin éventuel

Dans plusieurs cas, les lacunes en matière de connaissances qui sont décrites ne se transposent pas facilement aux renseignements fournis dans les descriptions de cours. Nous avons donc retransposé chaque lacune comme étant un besoin éventuel pouvant aisément servir de mot-clé pour trouver les formations appropriées.

Parcours

Plusieurs lacunes peuvent s'appliquer à de nombreuses professions, et d'autres doivent être regroupées pour mieux cerner les formations appropriées. À titre d'exemple, toutes les lacunes associées aux batteries sont regroupées dans un seul et même parcours, celui des batteries. Les lacunes qui concernent le groupe motopropulseur – groupe motopropulseur, propulsion, essieux, systèmes de transmission – sont regroupées dans le parcours du groupe motopropulseur.

Exemple à court terme

Pour les employeurs et les travailleurs qui ont des besoins immédiats, des cours sont présentés pour la quasi-totalité des lacunes. Pour chaque cours, les titres et les hyperliens sont fournis. Lorsque les besoins n'ont pas encore été précisés, une note a été insérée pour indiquer que des renseignements supplémentaires sont requis. Il faut s'attendre à ce que les employeurs aient une meilleure compréhension de ces lacunes et qu'ils soient en mesure de cerner un besoin éventuel qui devra être comblé.

Ressources supplémentaires

Les exemples à court terme sont renforcés par deux colonnes de ressources supplémentaires où d'autres options ou exemples sont présentés. Les employeurs et les travailleurs pourront utiliser les ressources indiquées pour trouver la formation la mieux adaptée à leurs besoins. Les organisations désireuses de développer des ressources en Ontario peuvent utiliser les exemples et les liens fournis pour avoir une meilleure compréhension des cours qui sont offerts à l'extérieur de la province.

Technologies et technicien(ne)s en génie électronique et électrique

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Véhicules électriques	Nouvelle	Aperçu des VE	Aperçu des VE	CADD Centre Electric Vehicle Technology Overview	CADD Centre Executive Diploma in Electric Vehicle System Design and Analysis	
2	Tension/ haute tension	Partielle	Formation sur les systèmes de sécurité haute tension pour VE	Sécurité électrique	Camosun College CEET 200V - EV High Voltage Safety and Systems Familiarization Micro-Credential	SAE Fundamentals of xEV, Safety, and PPE PD5322	SAE High Voltage Vehicle Safety Systems PD291808
3	Gestion de batterie	Nouvelle	Formation sur les systèmes de gestion de batterie	Batteries	SAE Battery Management Systems PD772317	SAE EV Batteries Courses	
3	Génie informatique	Nouvelle	Génie informatique pour VE	Génie informatique pour VE	Des renseignements supplémentaires sont requis		
3	Moteurs électriques	Nouvelle	Formation sur les moteurs électriques	Moteurs électriques	SAE Fundamentals and Applications of Electric Motors for Automotive Industries C1870		
3	Électronique	Partielle	Électronique pour les VE pour les ingénieurs	Électronique	Des renseignements supplémentaires sont requis		

Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électrotechnicien(ne)s

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Véhicules électriques	Nouvelle	Aperçu des VE pour les ingénieurs	Aperçu des VE	CADD Centre Electric Vehicle Technology Overview	CADD Centre Executive Diploma in Electric Vehicle System Design and Analysis	
2	Tension/haute tension	Partielle	Formation sur la sécurité haute tension pour les VE	Sécurité électrique	Camosun College CEET 200V - EV High Voltage Safety and Systems Familiarization Micro-Credential	SAE Fundamentals of xEV, Safety, and PPE PD53220	SAE High Voltage Vehicle Safety Systems PD291808
3	Bloc de batteries	Nouvelle	Formation sur les batteries de VE	Batteries	SAE Introduction to Hybrid and Electric Vehicle Battery Systems C0626	SAE EV Batteries Courses	
3	Génie mécanique	Nouvelle	Génie mécanique pour les VE	Génie mécanique pour les VE	Des renseignements supplémentaires sont requis		
3	Électronique	Partielle	Électronique pour VE pour les ingénieurs	Électronique	Des renseignements supplémentaires sont requis		
3	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	

Ingénieur(e)s électricien(ne)s et électrotechnicien(ne)s (suite)

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
3	Groupe motopropulseur	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06
3	Propulsion (groupe motopropulseur)	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06
3	Systèmes de transmission	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06

Électricien(ne)s (sauf électricien(ne)s industriel(le)s et de réseaux électriques)

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)
1	Installation	Partielle	Installation de système électrique pour VE	Électronique	Des renseignements supplémentaires sont requis	Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	

Ingénieur(e)s d'industrie et de fabrication

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Génie électrique	Nouvelle	Génie électrique pour les VE	Génie électrique pour les VE	Engineering of Electrified Vehicular Systems (University of Michigan-Dearborn)		
2	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	
2	Groupe motopropulseur	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur pour VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06
2	Propulsion (groupe motopropulseur)	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur pour VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06

Opérateur(trice)s de machines d'usinage

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Moteurs électriques	Nouvelle	Formation sur les moteurs électriques	Moteurs électriques	SAE Fundamentals and Applications of Electric Motors for Automotive Industries C1870		
2	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)
2	Sous-systèmes	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)
2	Essieux pour VE (groupe motopropulseur)	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur pour VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electronic Vehicle Engineering Academic ACAD06
2	Groupe motopropulseur	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur pour VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electronic Vehicle Engineering Academic ACAD06
2	Systèmes de transmission	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur pour VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electronic Vehicle Engineering Academic ACAD06

Machinistes et vérificateur(trice)s d'usinage et d'outillage

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Moteurs électriques	Nouvelle	Formation sur les moteurs électriques	Moteurs électriques	SAE Fundamentals and Applications of Electric Motors for Automotive Industries C1870		
2	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)
2	Sous-systèmes	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)
2	Essieux	Partielle	Essieux pour VE (groupe motopropulseur)	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electronic Vehicle Engineering Academic ACAD06
2	Groupe motopropulseur	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electronic Vehicle Engineering Academic ACAD06
2	Systèmes de transmission	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electronic Vehicle Engineering Academic ACAD06

Directeur(trice)s de la fabrication

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Véhicules électriques	Nouvelle	Aperçu des VE pour les ingénieurs	Aperçu des VE	CADD Centre Electric Vehicle Technology Overview	CADD Centre Executive Diploma in Electric Vehicle System Design and Analysis	
2	Bloc de batteries	Nouvelle	Formation sur les batteries de VE	Batteries	SAE Introduction to Hybrid and Electric Vehicle Battery Systems C0626	SAE EV Batteries Course	
2	Génie électrique	Nouvelle	Génie électrique pour VE	Génie électrique pour VE	Engineering of Electrified Vehicular Systems (University of Michigan-Dearborn)		
3	Électronique	Partielle	Aperçu de l'électronique pour VE	Électronique	Des renseignements supplémentaires sont requis		
3	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)
3	Groupe motopropulseur	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06
3	Propulsion (groupe motopropulseur)	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electronic Vehicle Engineering Academic ACAD06

Technologues et technicien(ne)s en génie mécanique

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Génie électrique	Nouvelle	Génie électrique pour VE	Génie électrique pour VE	Engineering of Electrified Vehicular Systems (University of Michigan-Dearborn)		
2	Châssis	Partielle	Châssis de VE	Assemblage de VE et châssis	Des renseignements supplémentaires sont requis		
2	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)

Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Véhicules électriques	Nouvelle	Aperçu des VE pour les ingénieurs	Aperçu des VE	CADD Centre Electric Vehicle Technology Overview	CADD Centre Executive Diploma in Electric Vehicle System Design and Analysis	
2	Génie électrique	Nouvelle	Génie électrique pour VE	Génie électrique pour VE	Engineering of Electrified Vehicular Systems (University of Michigan-Dearborn)		
3	Bloc de batteries	Nouvelle	Formation sur les batteries pour VE	Batteries	SAE Introduction to Hybrid and Electric Vehicle Battery Systems C0626	SAE EV Batteries Courses	

Ingénieur(e)s mécanicien(ne)s (suite)

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
3	Électronique	Partielle	Électronique des VE pour les ingénieurs	Électronique	Des renseignements supplémentaires sont requis		
3	Intégration	Partielle	Sous-systèmes de VE et intégration	Mécatronique	Siemens Mechatronic Systems Certification Program Level 1 (University of Windsor)	Siemens Mechatronics Certification Program Levels 2 and 3	
3	Groupe motopropulseur	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06
3	Propulsion (groupe motopropulseur)	Partielle	Formation sur le groupe motopropulseur de VE	Groupe motopropulseur	Electric Vehicle Powertrain Systems (University of Windsor)	SAE Vehicle Architecture for Hybrid, Electric, Automated, and Shared Vehicle Design C2206	SAE Hybrid and Electric Vehicle Engineering Academy ACAD06

Assembleur(euse)s, contrôleur(euse)s et vérificateur(trice)s de véhicules automobiles

Séquence	Lacune	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
1	Électricité	Nouvelle	Électricité	Principes fondamentaux de l'électricité	Electrical Fundamentals ELEC1945 (Conestoga College)	Mechatronic Fundamentals (Conestoga College)	

5.2.3. Perspectives d'avenir

Au milieu des transitions qui surviennent dans l'industrie, il est à prévoir que de nouvelles lacunes continueront d'émerger ou deviendront plus pressantes. Le parcours et les programmes de requalification devront être peaufinés sur une base régulière. À titre d'exemple, bien que les données obtenues dans le cadre de ce projet n'aient pas expressément déterminé que la conception automobile représente une lacune, nous croyons qu'il s'agit d'une lacune partielle grandissante en matière de connaissances. La transition vers les VE transforme la façon dont les véhicules sont conçus, et les concepteurs de VMCI devront combler ces écarts pour assurer la transition vers la fabrication de VE.

Lacunes éventuelles : conception de véhicules électriques

Lacune éventuelle	Type	Besoin éventuel	Parcours	Exemple à court terme	Ressources supplémentaires 1	Ressources supplémentaires 2
Conception automobile	Partielle	Formation en conception de VE	Conception de VE	CADD Centre Executive Diploma in Electric Vehicle System Design and Analysis	Certificate in Electric Vehicle Design – AECEREVD (University of Toronto)	



6. Évaluation des progrès et amélioration continue

6.1. Capacité de requalification et combinaison de compétences et de connaissances

Les progrès vers l'avenir des VE se déploieront sur plusieurs dimensions. Au niveau du système, la demande pour la requalification résulte dans une certaine mesure de la rapidité de la transition des VMCI aux VE, sur les routes comme en usine.

Les programmes de requalification que nous décrivons aujourd'hui devront être étendus, à mesure que la demande augmente, et être adaptés pour répondre aux besoins changeants en matière de connaissances et de compétences qui découlent des innovations continues dans le secteur de la fabrication automobile, alors que la technologie des VE ne cesse de s'améliorer et que les autres transitions en cours se poursuivent.

Les dernières tendances indiquent un possible ralentissement à court terme de l'adoption des VE par le marché, laissant ainsi un peu plus de temps aux employeurs pour élaborer un plan de requalification et appuyer le développement de programmes d'apprentissage adaptés à leurs besoins. Les établissements d'enseignement disposeront eux aussi de temps additionnel pour se préparer à répondre à la demande.

6.2. Écosystème et programmes de requalifications

Des progrès doivent également être réalisés afin d'élargir et de peaufiner les programmes de requalification requis, et assurer le développement des cours et des occasions d'apprentissage qui en feront partie.

Nous prévoyons que, dans une certaine mesure, les besoins des FEO changeront et que chaque usine aura des besoins particuliers que le présent rapport ne peut prévoir. Les programmes présentés ici formeront la base sur laquelle les employeurs et les autres parties intéressées pourront bâtir. Les FEO qui préparent le lancement de leurs usines apprendront beaucoup en cours de route, et les connaissances pourraient s'avérer utiles pour peaufiner l'apprentissage offert par les fournisseurs de services d'enseignement et de formation faisant partie de l'écosystème.

Il faudrait également faciliter et surveiller les progrès, en améliorant l'écosystème de requalification et les occasions d'apprentissage qu'il offre. L'Ontario peut compter sur de nombreux établissements d'enseignement d'excellence, mais des efforts supplémentaires sont requis pour offrir la formation dans des formats adaptés aux besoins des travailleurs qui se requalifient. À mesure que se déroule la transition, il convient d'évaluer si l'offre répond aux besoins actuels des employeurs et si l'écosystème s'améliore à l'usage.

6.2.1. Mesure des progrès : écosystème et programmes de requalification

À mesure que la requalification évolue, les constructeurs automobiles produiront des données. Ces renseignements, qui seront très utiles aux acteurs de l'écosystème et au gouvernement de l'Ontario qui dirige l'écosystème, incluront ce qui suit :

- Des listes à jour des lacunes en matière de compétences et de connaissances
- Les formations et les cours offerts en Ontario, ainsi que des évaluations de la capacité à répondre à la demande prévue
- Les exigences, actuelles et prévues, au chapitre de la formation et de l'enseignement (p. ex., les microcertifications), par profession, lacune/programme, et besoin
- Le pourcentage des travailleurs du secteur des VMCI qui se dénichent un emploi dans le secteur de la fabrication de VE; le pourcentage de travailleurs du secteur des VMCI qui quittent leur emploi quand l'employeur fait la transition vers la production de VE

6.3. Progrès de la main-d'œuvre

Les gestionnaires doivent réfléchir à la manière d'assurer le suivi et d'évaluer les progrès en matière de requalification au niveau de l'usine, ainsi que les progrès de chacun des travailleurs. Le parcours décrit précédemment expose les étapes à suivre et inclut des instructions pour créer des parcours sur mesure pour les usines, les professions, les postes et les travailleurs.

6.3.1. Facteurs humains : coincés dans la transition

Pour les travailleurs qui occupent un emploi stable depuis de nombreuses années, l'éventualité d'avoir à se requalifier ou d'être déplacé représente un risque pour leur santé mentale et leur mieux-être.

Les travailleurs expérimentés ont été témoins d'innombrables changements dans l'industrie et les véhicules automobiles tout au long de leur carrière. Dans les dernières années, le rythme des changements s'est accéléré, exerçant une pression supplémentaire sur les travailleurs. De plus, dans le contexte de la fabrication automobile, la transition vers les VE constitue un virage sans précédent d'une technologie éprouvée (VMCI) à une technologie émergente (VEV). Pour de nombreux travailleurs, il s'agit d'un terrain inconnu.

Pour compliquer les choses davantage, on constate déjà que la transition ne sera pas linéaire. Les forces du marché et les nouvelles réglementations dicteront la manière dont les FEO affecteront leurs ressources. Il pourrait s'avérer difficile pour les travailleurs et les directeurs d'usine d'évaluer précisément le moment où leur établissement amorcera le virage vers la plateforme de VE. Ne sachant pas à quel moment leur poste sera modifié ou ce que l'usine produira une fois le changement effectué, les travailleurs pourraient nager en pleine incertitude pendant une période prolongée.

Les employeurs peuvent éliminer ces risques en utilisant plusieurs moyens. Quelques-unes des mesures de gestion du changement décrites précédemment pourraient être mises en œuvre à l'avance, afin de rassurer les travailleurs sur le fait que l'employeur souhaite les garder et qu'il a l'intention de les soutenir tout au long de la transition. Il serait souhaitable de mettre en place des programmes pour sonder les travailleurs et répondre à leurs questions, et pour offrir du soutien en santé mentale, le cas échéant.

6.3.2. Évaluation des progrès de la main-d'œuvre

Les employeurs voudront être en mesure de bien évaluer l'état de préparation de leur main-d'œuvre avant de se lancer dans la production⁴⁹, et le fonctionnement de celle-ci une fois la production commencée. Les mesures utilisées pourraient inclure ce qui suit :

- Des mesures qualitatives, notamment :
 - o Auto-évaluations ou évaluations par les pairs pour mesurer le niveau de confort ou de préparation aux fonctions, nouvelles ou modifiées
 - o Auto-évaluations ou évaluations par les pairs pour mesurer la confiance dans les capacités à travailler de manière autonome
 - o Évaluations par les travailleurs de l'état de préparation de l'usine dans son ensemble ou de certains segments à l'intérieur de celle-ci
 - o Évaluations par les travailleurs de la facilité à laquelle ils ont accès aux connaissances et au soutien
- Des mesures quantitatives, notamment :
 - o Les défauts
 - o Les blessures et les incidents
 - o Les mesures d'efficacité

6.4. Équité, diversité et inclusion (EDI)

En raison du nombre élevé de travailleurs à l'approche de la retraite, on s'attend à ce que le secteur de la fabrication automobile de l'Ontario soit confronté à une pénurie de travailleurs qualifiés durant la transition vers la fabrication de VE⁵⁰. Il sera primordial d'examiner tous les aspects de la requalification du point de vue des principes d'EDI pour aider les employeurs à garder le plus grand nombre possible d'employés d'expérience durant la transition.

Les efforts en vue de soutenir une requalification inclusive devraient tenir compte de la diversité du point de vue texturé et intersectionnel⁵¹. Les difficultés d'accès à l'apprentissage peuvent être attribuables à des différences qui ne sont pas visibles ou qui ne sont pas captées dans les sondages d'employés ou les statistiques sur la main-d'œuvre. Les facteurs comme la diversité cognitive ou comportementale et la neurodivergence peuvent compliquer l'accès à l'apprentissage. Les employés en milieu de carrière ont souvent des responsabilités à l'extérieur du travail, comme des enfants ou des parents âgés dont ils doivent s'occuper. Certains ont des handicaps non apparents qui limitent le temps et l'énergie qu'ils ont à

consacrer pour suivre une formation parallèlement à un emploi à temps plein. Les employés parmi les plus expérimentés n'ont pas tous eu l'occasion de suivre une formation officielle depuis des décennies, et doivent s'adapter à un environnement d'apprentissage beaucoup plus tributaire de la technologie qu'avant. Lorsque ces obstacles se recoupent, ou qu'ils sont combinés à des facteurs comme le genre, la race, l'orientation sexuelle et le handicap, les travailleurs en requalification peuvent avoir besoin d'un soutien additionnel.

Il faudra faire preuve de nuance et de soin pour fournir à tous les employés le soutien nécessaire pour les aider dans leur parcours de requalification. Certains pourraient avoir pris l'habitude de dissimuler leurs différences, par crainte de nuire à leur carrière. Les gestionnaires doivent s'efforcer de créer et de maintenir une culture d'inclusion et un milieu où les travailleurs se sentent en sécurité lorsqu'ils demandent de l'aide. Il serait utile d'offrir des accommodements et un soutien additionnel, sans poser de questions. Si l'objectif est de rendre la requalification facilement accessible, les gestionnaires n'ont pas à savoir pourquoi l'employé a besoin de plus de temps ou de soutien pour suivre un programme d'études.

En ce qui concerne les travailleurs qui requièrent des mesures d'adaptation et un accommodement (p. ex., pour un handicap), les gestionnaires doivent envisager de leur donner les moyens d'exprimer leurs besoins et leurs préoccupations, et l'assurance que ces renseignements demeureront confidentiels et ne figureront pas dans les dossiers qui sont consultés pour les décisions en matière d'embauche pour les nouveaux postes, ou de promotions.

Une intégration réussie des principes d'EDI exige un apprentissage mutuel. Il ne suffit pas de démarrer un programme – celui-ci doit être soutenu de manière active et maintenu sur plusieurs années pour favoriser une culture d'inclusion.

6.4.1. Mesures à prendre et principes d'EDI

Comme mentionné précédemment, les travailleurs pourraient craindre d'être à risque de discrimination en dévoilant leurs différences. Les employeurs qui souhaitent créer un milieu sécuritaire et une culture d'inclusion devraient tenir compte de ces considérations dans leurs plans de mesure du progrès.

Conclusion

La transition des VMCI aux VE ne fait que commencer. Dans les années à venir, les besoins de requalification iront en augmentant. Il faut également s'attendre à ce que les connaissances requises par la main-d'œuvre continuent d'évoluer au rythme de l'innovation en fabrication de pointe, de la technologie de VE, de l'IA et d'autres facteurs.

En Ontario, l'écosystème d'enseignement et de formation en VE doit croître et évoluer pour répondre aux besoins des travailleurs du secteur automobile en requalification. Bien que la province puisse se vanter d'avoir d'excellentes versions de tous les éléments requis pour soutenir les employeurs et les travailleurs durant leur parcours de requalification, nous commençons à peine à les regrouper de manière à combler les besoins de ce segment de la population active.

La présente étude propose un cadre qui pourrait servir d'échafaudage. Au fil du temps, nous en apprendrons davantage sur les moyens à prendre pour mieux soutenir les travailleurs qui se requalifient, et nous affinerons notre compréhension des connaissances que doivent posséder les travailleurs pour fabriquer des VE. L'amélioration continue sera primordiale au succès à long terme. Tous les acteurs de la transition ont un rôle à jouer afin que l'industrie ontarienne de la fabrication automobile ait accès à une main-d'œuvre qualifiée, talentueuse et diversifiée pour raffermir la position de la province dans l'industrie automobile de l'avenir. S'ils sont bien soutenus, les travailleurs expérimentés du secteur automobile pourront conserver les emplois de qualité qui font la renommée de l'industrie. En fin de compte, c'est la population et l'économie ontarienne qui en sortiront gagnantes.

Il est à prévoir que de nombreux programmes spécialisés en VE émergeront, alors que l'industrie collabore avec les établissements d'enseignement et les fournisseurs de services de formation. Les changements et la croissance prévus pour les

microcertifications dans la province contribueront également à l'amélioration continue de l'écosystème, et au succès de l'industrie à long terme.

Recommandations visant à renforcer l'écosystème de la requalification en Ontario **EMPLOYEURS (FEO)**

1. Des données plus nombreuses et plus précises concernant les besoins d'apprentissage des travailleurs en requalification seront très utiles. Les employeurs disposeront des meilleurs renseignements qui soient sur les connaissances que doivent acquérir ces travailleurs, et sur l'ampleur de la demande pour la requalification. À cet effet :
 - a. Les employeurs devraient constamment affiner leur compréhension des connaissances requises, à mesure que l'industrie poursuit sa transition.
 - b. Les FEO devraient envisager de collaborer pour encourager les autres acteurs de l'écosystème, comme les établissements d'enseignement et les gouvernements, à développer des programmes de formation pour l'industrie des VE de l'Ontario (plutôt qu'une approche de FEO à FEO).
2. Les fournisseurs de services d'enseignement et de formation se sont joints aux acteurs de l'industrie (automobile et autres) pour mettre au point des microcertifications qui répondent à des besoins précis. Les employeurs devraient continuer à miser sur ces partenariats afin de profiter de tous les fournisseurs d'excellence qui offrent des services d'enseignement en Ontario.
3. Les employeurs devraient unir leurs efforts à ceux des syndicats, qui sont des partenaires importants pour les initiatives de requalification et la transition vers les VE.
4. Les employeurs devraient surveiller et suivre les progrès en matière de requalification pour favoriser l'amélioration continue dans les années à venir.

FOURNISSEURS DE SERVICES D'ENSEIGNEMENT ET DE FORMATION

5. L'Ontario est bien placé pour occuper la position de chef de file de la requalification dans le secteur automobile. Nos établissements d'enseignement offrent déjà des microcertifications axées sur les VE et devraient poursuivre dans cette voie.
 - a. Les établissements d'enseignement qui offrent des programmes en génie et en technologie du génie devraient envisager d'offrir des cours sur les VE sous forme de microcertifications. Il pourrait être particulièrement utile de collaborer avec des partenaires de l'industrie pour identifier les cours à offrir pour répondre aux besoins de requalification, fournissant ainsi aux travailleurs de l'Ontario la possibilité de suivre un programme de requalification offert par un établissement d'enseignement réputé localement et menant à des certifications reconnues dans la province.
6. Nous recommandons d'accroître les efforts pour tirer parti de la possibilité de cumuler les microcertifications pour favoriser un apprentissage qui améliorera de façon significative les perspectives d'emplois pour les travailleurs du secteur de la fabrication en Ontario.

GOUVERNEMENTS

7. Les gouvernements devraient encourager la collaboration entre les employeurs et les établissements d'enseignement, pour faire en sorte que l'Ontario devienne un chef de file de la requalification dans le secteur automobile. Le ROIV est bien placé pour soutenir et faciliter cette collaboration.
8. Les gouvernements devraient poursuivre le travail déjà entamé pour mettre de l'avant les microcertifications comme nouvelle formule pour les études supérieures et pour appuyer le développement de microcertifications axées sur l'industrie pour former la main-d'œuvre requise pour combler les besoins des constructeurs de VE.
9. Les gouvernements devraient tirer parti des initiatives existantes (p. ex., la Subvention Canada-Ontario pour l'emploi) et explorer d'autres avenues pour stimuler les investissements du secteur privé dans la formation des travailleurs.

Notes de fin de document – 1

1. Canada's EV revolution has a problem—Not enough skilled labour to support it. (2023, February 9). The Globe and Mail. <https://www.theglobeandmail.com/business/article-canada-ev-battery-factory-skilled-labour/>
2. Software-Defined Vehicles: The Ultimate Guide. (n.d.). Retrieved August 21, 2024, from <https://blackberry.qnx.com/en/ultimate-guides/software-defined-vehicle>
3. Debanjan Dutt, Craig Giffi, Tom Haberman, Tom McGinnis, Vijay Natarajan, Ryan Robinson, Thomas Schiller, Steve Schmith, Joseph Vitale Jr., & Alexander Wilson. (2020). Industry 4.0 in Automotive: Digitizing the end-to-end automotive value chain (Deloitte Insights).
4. Ontario Preparing People for Careers in the Auto and Advanced Manufacturing Sectors. (n.d.). News.Ontario.Ca. Retrieved September 4, 2024, from <https://news.ontario.ca/en/backgrounder/58195/ontario-preparing-people-for-careers-in-the-auto-and-advanced-manufacturing-sectors>
5. Ontario Vehicle Innovation Network (OVIN). (2021). Talent Strategy & Roadmap for Ontario's Automotive and Mobility Sectors.
6. Ontario Building the Auto Manufacturing Workforce of the Future. (n.d.). News.Ontario.Ca. Retrieved September 4, 2024, from <https://news.ontario.ca/en/release/1003117/ontario-building-the-auto-manufacturing-workforce-of-the-future>
7. Hallman, G. (2023, August 1). OVIN Preparing Workers for Careers in Ontario's Auto and Mobility Sector. OVIN. <https://www.ovinhub.ca/ovin-preparing-workers-for-careers-in-ontarios-auto-and-mobility-sector/>
8. OVIN's Skills & Career Navigator. (n.d.). OVIN's Skills & Career Navigator. Retrieved September 4, 2024, from <https://ovin-navigator.ca/>
9. Home. (n.d.). Quick Train Canada. Retrieved September 4, 2024, from <https://quicktraincanada.ca>
10. Employment and Social Development Canada. (2023, February 22). Government of Canada invests in training for workers in a net-zero economy [News releases]. <https://www.canada.ca/en/employment-social-development/news/2023/02/government-of-canada-invests-in-training-for-workers-in-a-net-zero-economy.html>
11. <https://paletteskills.org/upskillcanadaprograms/upskillcanada-advanced-manufacturing>. (n.d.). Retrieved September 4, 2024, from <https://paletteskills.org/upskillcanadaprograms/upskillcanada-advanced-manufacturing>
12. Okeke, C., McNally, J., & Newcombe, G. (2023). Future-Proofing the Automotive Workforce: Supporting Ontario's auto sector workers through the ZEV transition. The PLACE Centre. Smart Prosperity Institute.
13. Mary Catharine Lennon—Signaling Quality in Labour Market Training | C.D. Howe Institute | Canada Economy News | Canadian Government Policy. (n.d.). Retrieved August 19, 2024, from <https://www.cdhowe.org/intelligence-memos/mary-catharine-lennon-signaling-quality-labour-market-training>
14. Postsecondary Education Quality Assessment Board. (2023). Ontario Micro-Credentials: Harnessing the Potential.
15. Careers WindsorEssex. (2024). Explore EV Occupations. Retrieved August 21 from <https://www.evcareers.ca/explore-occupations/>
16. Part-Time Applicants. (n.d.). Future Engineering Undergraduates. Retrieved August 20, 2024, from <https://discover.engineering.utoronto.ca/how-to-apply/part-time-applicants/>
17. Licensing International Engineers into the Profession (LIEP) Program: Electrical | School of Continuing Studies - University of Toronto. (n.d.). Retrieved August 20, 2024, from <https://learn.utoronto.ca/programs-courses/certificates/licensing-international-engineers-profession-liep-program-electrical>
18. Omstead, J. (2023, May 23). Ontario engineer regulator drops Canadian experience qualification. CBC News. <https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/ontario-engineer-regulations-1.6851909>
19. 3147—Power Systems & Machines | School of Continuing Studies—University of Toronto. (n.d.). Retrieved August 20, 2024, from <https://learn.utoronto.ca/programs-courses/courses/3147-power-systems-machines>
20. Programs. (n.d.). Ontariocolleges.Ca. Retrieved August 20, 2024, from <https://www.ontariocolleges.ca/en/programs>
21. Electric Drive Vehicle Technician | St. Clair College. (n.d.). Retrieved August 18, 2024, from <https://www.stclaircollege.ca/programs/electric-drive-vehicle-technician>
22. Electric Vehicle (EV) Technician Program T951. (2022, August 17). George Brown College. <https://www.georgebrown.ca/programs/electric-vehicle-ev-technician-program-t951>
23. Welcome to the Electric Vehicle (EV) Technician Training Program. (n.d.). Retrieved August 20, 2024, from <https://www.evtechnician.com/>
24. Siemens Mechatronic Systems Certification Program (SMSCP). (n.d.). [fw_Converting]. Siemens.Com Global Website. Retrieved August 20, 2024, from <https://www.siemens.com/global/en/products/services/digital-enterprise-services/training-services/sitrain/smscp.html>
25. MathWorks, Inc. (n.d.). MathWorks: Upskill for the Electric Vehicle Transition. MathWorks. Retrieved August 20, 2024, from <https://www.mathworks.com/campaigns/offers/next/upskill-for-the-electric-vehicle-transition.html>
26. Learning solutions for electric vehicle and battery manufacturing | Festo CA. (n.d.). Retrieved August 20, 2024, from https://www.festo.com/ca/en/e/technical-education/educational-concepts/highlights/green-skills/electric-vehicle-and-battery-manufacturing-id_1638466/
27. Clay, C. (2024, February 22). Free program offered by Humber College aimed at workers looking to enter the Advanced Manufacturing sector. Humber Today. <https://humber.ca/today/news/free-program-offered-humber-college-aimed-workers-looking-enter-advanced-manufacturing-sector>
28. Connecting to Careers in Advanced Manufacturing. (n.d.). ACCES Employment. Retrieved August 21, 2024, from <https://acesemployment.ca/programs/bridging-and-sector-specific-programs/connecting-to-careers-in-advanced-manufacturing>
29. Education | Unifor. (2013, August 26). <https://www.unifor.org/resources/education>
30. Government of Ontario (n.d.). Canada-Ontario Job Grant. Government of Ontario. Retrieved September 19, 2024, from <https://www.tcu.gov.on.ca/eng/eopg/cojg/>
31. What is industry 4.0 and the Fourth Industrial Revolution? | McKinsey. (n.d.). Retrieved August 21, 2024, from <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir>
32. Blended learning. (2024). In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blended_learning&oldid=1233708960

Notes de fin de document – 2

33. Glossary of Pedagogical Terms. (n.d.). Center for Teaching and Learning. Retrieved August 21, 2024, from <https://ctl.wustl.edu/resources/glossary-of-pedagogical-terms/>
34. Rainer Strack, Orsolya Kovács-Ondrejko, Jens Baier, Pierre Antebi, Kate Kavanagh, & Ana López Gobernado. (2021, April 26). Decoding Global Reskilling and Career Paths. BCG Global. <https://www.bcg.com/publications/2021/decoding-global-trends-reskilling-career-paths>
35. Daling, L. M., Tenbrock, M., Isenhardt, I., & Schlittmeier, S. J. (2023). Assemble it like this! – Is AR- or VR-based training an effective alternative to video-based training in manual assembly? *Applied Ergonomics*, 110, 104021. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104021>
36. Tremosa, L. (2024, April 30). Beyond AR vs. VR: What is the Difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR? The Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr>
37. Daling, L. M., & Schlittmeier, S. J. (2024). Effects of Augmented Reality-, Virtual Reality-, and Mixed Reality-Based Training on Objective Performance Measures and Subjective Evaluations in Manual Assembly Tasks: A Scoping Review. *Human Factors*, 66(2), 589–626. <https://doi.org/10.1177/00187208221105135>
38. Albright, B. (2024, July 5). VR Models Streamline Training for Manufacturer. *Digital Engineering*. <https://www.digitalengineering247.com//article/vr-models-streamline-training-for-manufacturer>
39. Future Ready. (2024). An Assessment of the Changing Skill Needs of the Canadian Manufacturing Workforce.
40. Longo, F., Padovano, A., De Felice, F., Petrillo, A., & Elbasheer, M. (2023). From “prepare for the unknown” to “train for what’s coming”: A digital twin-driven and cognitive training approach for the workforce of the future in smart factories. *Journal of Industrial Information Integration*, 32, 100437. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2023.100437>
41. Connected Worker Solutions: Key to Addressing Manufacturing Skills Gap. (n.d.). Retrieved September 13, 2024, from <https://blog.insresearch.com/connected-worker-solutions-solve-manufacturin-skills-gap>
42. Customer Story: Bosch I Poka. (n.d.). Retrieved August 21, 2024, from <https://www.poka.io/en/customers-stories/bosch-automotive-improved-production-issue-management>
43. Manufacturing Workforce Training Solution—LMS Alternative I Poka. (n.d.). Retrieved September 13, 2024, from <https://www.poka.io/en/solutions/improve-manufacturing-workforce-training>
44. Micro-credentials from Ontario's postsecondary schools | ontario.ca. (n.d.). Retrieved September 17, 2024, from <http://www.ontario.ca/page/micro-credentials-ontarios-postsecondary-schools>
45. Home | IMS Open Badges. (n.d.). Retrieved August 21, 2024, from <https://openbadges.org/>
46. CanCred Factory. (n.d.). CanCred. Retrieved August 21, 2024, from <https://factory.cancred.ca/>
47. Jinje, S. (2022, May 26). Porsche partners with ECE professor on electric vehicle training courses. U of T Engineering News. <https://news.engineering.utoronto.ca/porsche-partners-with-ece-professor-on-electric-vehicle-training-courses/>
48. Tamayo, J., Doumi, L., Goel, S., Kovács-Ondrejko, O., & Sadun, R. (2023, September 1). Reskilling in the Age of AI. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2023/09/reskilling-in-the-age-of-ai>
49. Confidential. (2024, September 13). OEM interview for this study [Personal communication].
50. A skilled, diverse, abundant workforce is what Ontario needs to capture the growing ZEV opportunity. (n.d.). Smart Prosperity Institute. Retrieved September 13, 2024, from <https://institute.smartprosperity.ca/ZEV-Opportunity>
51. Why the evolution of the automotive industry needs to be rooted in diversity—Future of Canadian Automotive Labourforce Initiative. (2023, April 13). <https://www.futureautolabourforce.ca/why-the-evolution-of-the-automotive-industry-needs-to-be-rooted-in-diversity/>

À propos du Réseau ontarien d'innovation pour les véhicules (ROIV)

Le Réseau ontarien d'innovation pour les véhicules (ROIV) est l'initiative phare du gouvernement de l'Ontario axée sur l'avenir des technologies automobiles de pointe et solutions de mobilité intelligente, y compris les véhicules connectés et autonomes et les technologies de véhicules électriques et à faible émission de carbone. Dirigé par le Centre d'innovation de l'Ontario (CIO), le ROIV est soutenu par le ministère du Développement économique, de la Création d'emplois et du Commerce, le ministère des Transports et le ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences de l'Ontario. Grâce à des ressources telles que du soutien en recherche et développement, le développement des talents et des compétences, l'accélération des progrès technologiques, du soutien technique et commercial et des terrains d'essais, le ROIV renforce la position de chef de file mondial qu'occupe l'Ontario dans le secteur de l'automobile et de la mobilité.

Le ROIV répond à cinq grands objectifs :

1. Favoriser la commercialisation de technologies automobiles avancées et de solutions de mobilité intelligente mises au point en Ontario.
2. Présenter l'Ontario comme le chef de file dans le développement, la mise à l'essai, y compris les projets pilotes, et l'adoption des dernières technologies de transport et d'infrastructures.
3. Favoriser l'innovation et la collaboration au sein du réseau croissant d'intervenants à la convergence de l'automobile et de la technologie.
4. Exploiter et retenir les talents hautement compétents de l'Ontario et préparer la main-d'œuvre de l'Ontario aux emplois de l'avenir dans le secteur de l'automobile et de la mobilité.
5. Exploiter les forces et les capacités régionales de la province et soutenir ses pôles automobile et technologique dans le but de promouvoir la mise au point de technologies pour VE et groupes motopulseurs en Ontario.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le ROIV, rendez-vous au www.ovinhub.ca.



Avis de non-responsabilité

Le présent rapport a été rédigé par un tiers pour le compte du Centre d'innovation de l'Ontario (CIO) dans le cadre d'une demande de propositions intitulée « OVIN Skills Gap Analysis and Reskilling Training Framework for the Automotive & Mobility Sector » lancée le 7 février 2024.

Sachant que la préparation du rapport a fait appel à des informations externes, nous déclinons toute responsabilité quant à son contenu, y compris son exactitude et son exhaustivité.

Soulignons que les projections et les prévisions qui y sont formulées reposent sur une interprétation ou une évaluation des données disponibles au moment de la rédaction. Les lecteurs sont donc avisés de ne pas se fier indûment à ce document et de mener toutes les vérifications, recherches et analyses nécessaires avant de l'utiliser.

Le contenu de ce rapport ne peut être reproduit d'aucune manière sans autorisation écrite préalable. De même, les images protégées par le droit d'auteur ne peuvent être utilisées sans le consentement explicite de leur propriétaire. Il convient de traiter les images comme des illustrations générales, et non comme une représentation exacte du propos.

