



Cartographie des besoins de **formation** et des nouvelles **compétences**

des professions liées à la
conception et la fabrication
de véhicules électriques

Ele xpertise

Comité sectoriel de la main-d'œuvre
de l'industrie électrique et électronique

Avec la contribution de :

Jacques Boudreau, directeur général, Élexpertise

Marc-Olivier Lapointe, analyste en information du marché du travail,
Élexpertise

Ibrahima Ndiaye, expert de contenu, PhD., Formation continue,
services aux entreprises et international, Cégep de Saint-Jérôme

Erik Laperle, Conseiller en formation pour entreprises et organismes,
Conseiller responsable de programmes d'études, Formation continue,
services aux entreprises et international, Cégep de Saint-Jérôme

Alexis Lapres-Paradis, Directeur, Main-d'oeuvre & Financement,
Propulsion Québec

Avec la contribution financière de :

**Commission
des partenaires
du marché du travail**

Québec 

Table des matières

5

Liste des sigles

7

Sommaire
exécutif

10

Chapitre 1.
Contexte, objectifs et
méthodologie de l'étude

18

Chapitre 2.
Description des taches
des professions
concernées par
l'électrification des
transports (ÉT)

28

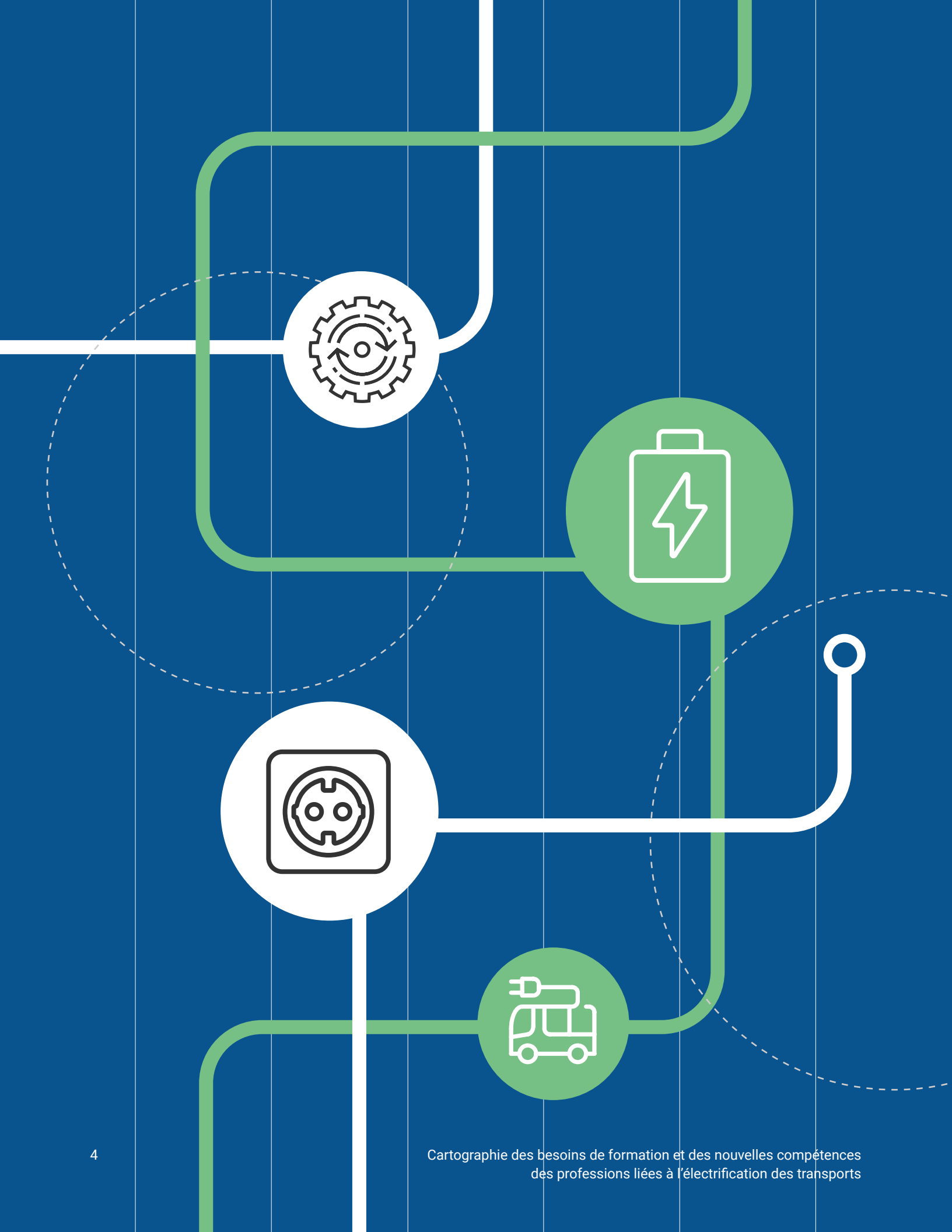
Chapitre 3.
Compétences
recherchées
par profession

34

Chapitre 4.
Formations
émergentes

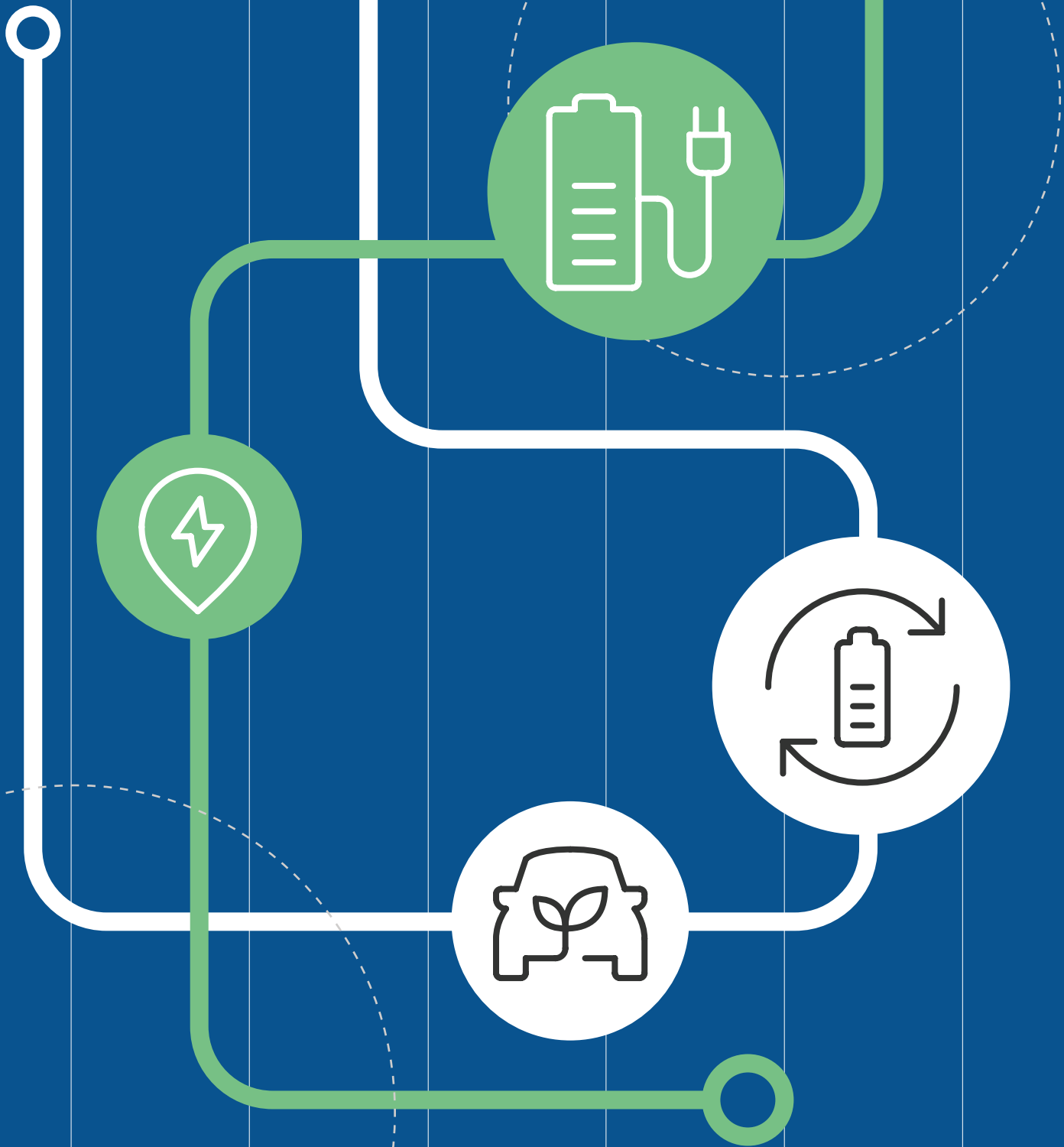
40

Chapitre 5.
Constats et
recommandations



Liste des sigles

AEC	Attestation d'études collégiales
AEP	Attestation d'études professionnelles
CAN	Controller area network
DEC	Diplôme d'études collégiales
ÉT	Électrification des transports
HT	Haute tension
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
VÉ	Véhicule électrique



Sommaire exécutif

Professions concernées par l'électrification des transports (ÉT)

Les professions les plus répandues au sein des entreprises sondées sont les ingénieurs électriques, les ingénieurs mécaniques, les techniciens électriques, les techniciens mécaniques et les assembleurs.

Compétences spécifiques au véhicule électrique (VÉ)

Selon les acteurs de la filière de l'électrification des transports, les programmes de formation initiale au Québec fournissent une bonne base pour acquérir les compétences génériques, mais les compétences spécifiques aux transports électriques sont quasi-inexistantes.

Compétences spécifiques au domaine du VÉ

Développer et concevoir des systèmes électriques HT

Développer et concevoir des circuits d'électronique de puissance pour application VÉ

Connaître l'architecture d'un VÉ

Dimensionner les différentes composantes d'un VÉ

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ

Concevoir une batterie HT

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à l'assemblage, la manipulation et à l'entreposage de batterie HT

Connaître le protocole CAN, OBD-II et le J1939

Mettre en œuvre un réseau CAN-BUS

Gérer et configurer l'ensemble du réseau CAN-BUS

Diagnostiquer les problèmes sur un réseau CAN-BUS

Calculer les échanges thermiques dans la batterie

Il est très difficile de trouver des candidats à l'emploi ayant des compétences liées au réseau CAN et à la batterie haute tension

Les programmes d'études connus qui intègrent les véhicules électriques sont :

- › Au niveau professionnel : Attestation d'études professionnelle (AEP) mécanique de véhicules électriques
- › Au niveau collégial : Attestation d'études collégiales (AEC) technologie des véhicules électriques au Cegep Saint-Jérôme
- › Au niveau universitaire : un cours de 2^e cycle offert à l'Université de Sherbrooke
 - Modèles et commande de véhicules électriques

Formations émergentes

L'électrification des transports pose de nouveaux défis de formation pour toutes les professions impliquées.

Le manque de programme adapté à la réalité et aux besoins de l'industrie des VÉ pousse certaines entreprises à choisir des candidats qui présentent de solides compétences issues de leur formation initiale, mais peu d'expertise et d'expérience au développement des véhicules électriques. Ces candidats vont par la suite acquérir les compétences spécifiques au VÉ en entreprise :

- › Par le biais de formations de perfectionnement en entreprise
- › Par expérimentation avec ou sans accompagnement à travers des projets

Les entreprises sondées ont mentionné une variété de thèmes de formations qu'ils ont recours pour leur personnel.

Thèmes de formations

Thèmes de formations	Professions concernées par le VÉ														
	Ingenieur électrique	Ingenieur mecanique	Technicien électrique	Technicien mécanique	Assembleur	Ingenieur système	Technicien service	Ingenieur électronique	Technicien électronique	Technicien vehicule électrique	Electromecanicien	Concepteur logiciel embarqué	Technicien logiciel et informatique	Concepteur logiciel	Technicien qualité
Formation de base sur le véhicule électrique (VÉ)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Formation sur les batteries haute tension	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Formation de base sur le Controller Area Network (CAN)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Formation approfondie sur le Can et le protocole J1939	X					X									
Formation sur la gestion thermique de la batterie	X	X				X									
Formation sur les logiciels Solidworks, Eplan et Rapidharness	X		X			X									
Formation sur les notions d'électricité et sur l'électricité appliquée au VÉ		X		X											
Formation sur l'entretien de VÉ							X								
Formation sur la lecture de plan électrique, plan de harnais et plan d'assemblage					X										
Formation sur l'utilisation des outils spécifiques pour le montage des différentes composantes d'un VÉ					X										
Certification IPC 620		X		X							X				X

■ Les formations les plus demandées et qui concernent la quasi-totalité des professions qui interviennent dans le développement du VÉ

■ Les professions pour lesquelles plus de formations concernant le développement du VE sont offertes

1. Contexte, objectifs et méthodologie de l'étude



1.1 Contexte

Depuis quelques années, au Québec, on observe une croissance importante de l'électrification des transports et des transports intelligents. Une étude de Propulsion Québec¹ fait état de l'influence des diverses mesures gouvernementales sur le développement des filières des transports électriques et Intelligents (TEI).

À l'échelle mondiale, le Québec se positionne comme leader en conception et fabrication de véhicules électriques autres que l'automobile :

- › Autobus scolaires et de transport en commun
- › Transport adapté et d'urgence
- › Véhicules récréatifs hors route
- › Trains
- › Véhicules moyens et lourds

Aussi, on note la présence d'entreprises fabriquant des composantes de véhicules électriques :

- › Harnais
- › Motopropulsion
- › Systèmes embarqués
- › Batteries

Face à cette effervescence du secteur et à l'évolution technologique constante, le sous-secteur de l'électrification des transports requiert de nouvelles compétences liées aux technologies émergentes utilisées dans la conception et la fabrication de véhicules électriques de tout type. De plus, on note une difficulté grandissante des entreprises à recruter du personnel qualifié selon ces nouvelles compétences en émergence².

Devant ces nouveaux défis, Propulsion Québec, grappe industrielle des transports électriques et intelligents a mis sur pied en 2019 le chantier talent et main-d'œuvre. Avec l'appui du ministère de l'emploi et de la solidarité sociale (MTESS), du ministère de l'économie et de l'innovation (MEI) et de nombreux partenaires industriels et académiques, plusieurs projets ont été menés au cours des dernières années. Ces projets ont permis de développer un portrait à haut niveau des besoins en main-d'œuvre et des compétences.

Propulsion Québec a fait un énorme travail de défrichage et de réseautage afin de mobiliser l'industrie. Par la suite, la grappe industrielle a réalisé une étude exploratoire sur les besoins de main-d'œuvre et de formation du secteur des transports électriques et intelligents au Québec. Élexpertise s'est aussi intéressé au sujet et a lancé en 2019 une étude ayant un spectre de recherche plus défini, via l'étude sur *l'Impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre au Québec*.

1. *Horizon 2050 et besoins en main-d'œuvre et formation du secteur des transports électriques et intelligents au Québec*

2. *Idem*

L'évolution rapide de l'électrification des transports au Québec refaçonne les besoins de main-d'œuvre et les champs de compétences liés au sous-secteur. Pour l'ensemble du Québec, on prévoit 1,5 million de véhicules électriques immatriculés au Québec d'ici 2030, l'électrification de 65 % des autobus scolaires, de 55 % des autobus urbains et de 40 % des taxis. En 2035, 100 % des véhicules automobiles vendus seront des véhicules électriques et la vente de véhicules à essence sera interdite (Propulsion Québec, 2020).

De plus, les mesures gouvernementales récentes et les défis particuliers auxquels fait face l'industrie (pénurie de main-d'œuvre, problème logistique au sein des chaînes d'approvisionnement, pénurie de semi-conducteurs) sont aussi des facteurs de changements importants au niveau du marché du travail. Il est ainsi essentiel de poursuivre les recherches afin de fournir de l'information de haut niveau qui permettra de soutenir le secteur et de bonifier les programmes de formation existants.

Au cours de l'année 2021, Propulsion Québec a réalisé un vaste exercice d'alignement des acteurs de l'industrie, qui a mené à la réalisation de la feuille de route 2030, qui a été rendue publique en juin 2022. Cette démarche a permis d'identifier huit thèmes clés, incluant la main-d'œuvre, pour créer un écosystème de classe mondiale.

C'est dans ce contexte qu'Élexpertise, comités sectoriels de main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique, CSMO phare de l'électrification des transports, se joint à l'effort collectif.

Bien qu'Élexpertise suit de près l'évolution des secteurs d'activités sous leur responsabilité, le projet, **Cartographie des besoins de formation et des nouvelles compétences des professions liées à l'électrification des transports**, une collaboration entre Élexpertise, Propulsion Québec, Cégep Saint-Jérôme et SOM, permettra de diagnostiquer de manière plus détaillée les besoins en formation de la main-d'œuvre et les compétences futures des professions liées aux transports électriques.

1.2 Les objectifs de l'étude

Le projet vise à documenter et cartographier les besoins de formation des professions liées à l'électrification des transports (ÉT).

L'objectif principal consiste à recenser les compétences recherchées par les entreprises de ce sous-secteur dans le but de faciliter l'élaboration de formations et programmes d'études dédiés aux équipes :

- › D'ingénierie
- › De techniciens spécialisés
- › D'assembleurs

Cette démarche permettra aussi d'émettre des recommandations pour améliorer l'offre de formation dans ce sous-secteur et ainsi développer le bassin de main-d'œuvre qualifiée.

1.3 La délimitation du champ de recherche

Afin de bien circonscrire le champ de cette étude, les classes d'industries visées seront celles des secteurs et sous-secteurs d'activités couverts par le mandat du comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique :

- › **SCIAN 334 – Fabrication de produits informatiques et électroniques :**
 - Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (334410).
- › **SCIAN 335 – Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques :**
 - Fabrication de transformateurs de puissance et de distribution et de transformateurs spéciaux (335311);
 - Fabrication de moteurs et de générateurs (335312);
 - Fabrication d'appareillage de connexion, de commutation et de relais et de commandes d'usage industriel (335315);
 - Fabrication de batteries et de piles (335910);
 - Fabrication de fils et de câbles électriques et de communication (335920);
 - Fabrication de dispositifs de câblage (335930);
 - Fabrication de tous les autres types de matériel et composants électriques (335990).

Plus particulièrement, les entreprises ciblées dans cette étude appartiennent au sous-secteur de l'électrification des transports. On retrouve à l'intérieur ce sous-secteur, 4 familles de métiers :

- › Conception et R&D
- › Commercialisation et services
- › Maintenance et entretien
- › Fabrication et assemblage

Les activités et projets des entreprises ciblées dans ce rapport couvrent :

- › Conception et fabrication de véhicules électriques (VÉ) (moyen, lourd, spécialisé, récréatif)
- › Conception et fabrication de bornes de recharges
- › Fabrication de systèmes et composantes pour VÉ et bornes de recharge

1.4 La méthodologie utilisée

Sommaire

Publics consultés : Représentants d'entreprises provenant des sous-secteurs visés par l'étude (employeurs ou employés)

Mode de collecte :

- › Sondage en ligne (employeurs, employés)
- › Entrevues en profondeur (employés)

Sondage en ligne

- › Nombre de sondages complétés : 27
- › Taux de participation : 45 %

Entrevues en profondeur

- › Nombre d'entrevues : 38
- › Durée moyenne d'une entrevue : 45 minutes
- › Mode d'entretien : en personne ou par Teams
- › Entreprises participantes :

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. LTS Marine inc. | 9. Bornes Québec |
| 2. Vision Marine Technologies | 10. Nova Bus |
| 3. La compagnie électrique Lion / Service | 11. Theron |
| 4. La compagnie électrique Lion / Développement de produits | 12. AQ systèmes de câbles CANADA |
| 5. La compagnie électrique Lion / Formation | 13. Canimex |
| 6. Merkur | 14. Cégep Saint-Jérôme |
| 7. Girardin | 15. IVI |
| 8. Centre technologique Dana | |

1.4.1 Sondage

Au total, 60 entreprises ont été sollicitées, 27 ont répondu aux questions du sondage, pour un taux de participation de 45%. C'est sur ce nombre que les résultats de l'étude sont présentés.

Étant donné le nombre restreint de répondants et leur sélection non aléatoire au sens statistique, on ne peut généraliser les résultats du sondage à l'ensemble des entreprises du sous-secteur de l'électrification des transports.

Toutefois, la diversité a été l'élément central de la recherche de données qualitatives. En effet, dans les entreprises sondées, toutes les familles de métiers du sous-secteur de l'électrification des transports ainsi que toutes les activités sont représentées. Les diagrammes 1 et 2 présentent la répartition des répondants par famille et par activité.

Diagramme 1⁴ : Répartition des entreprises sondées par famille de métiers (n=27 entreprises)

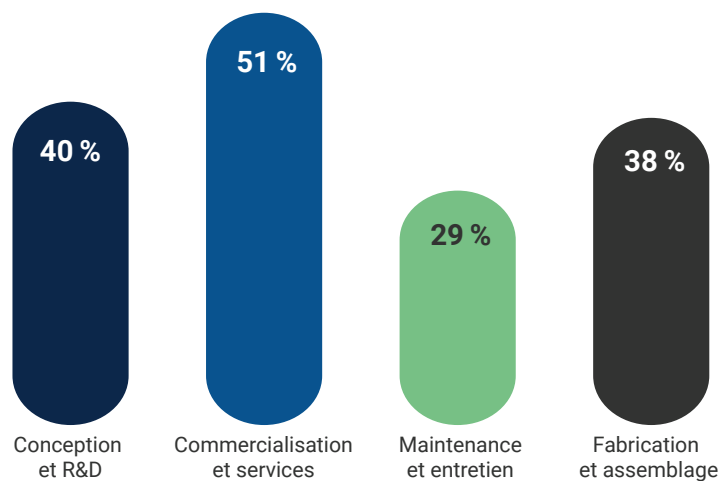
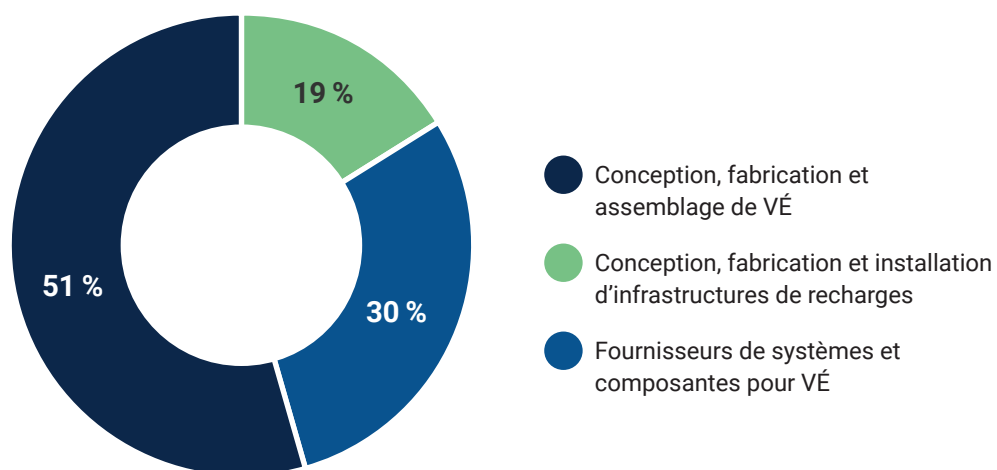


Diagramme 2 : Projets et activités de entreprises sondées (n=27 entreprises)



4. Une entreprise peut appartenir à plusieurs familles de métiers, raison pour laquelle le total des bâtons excède 100 %

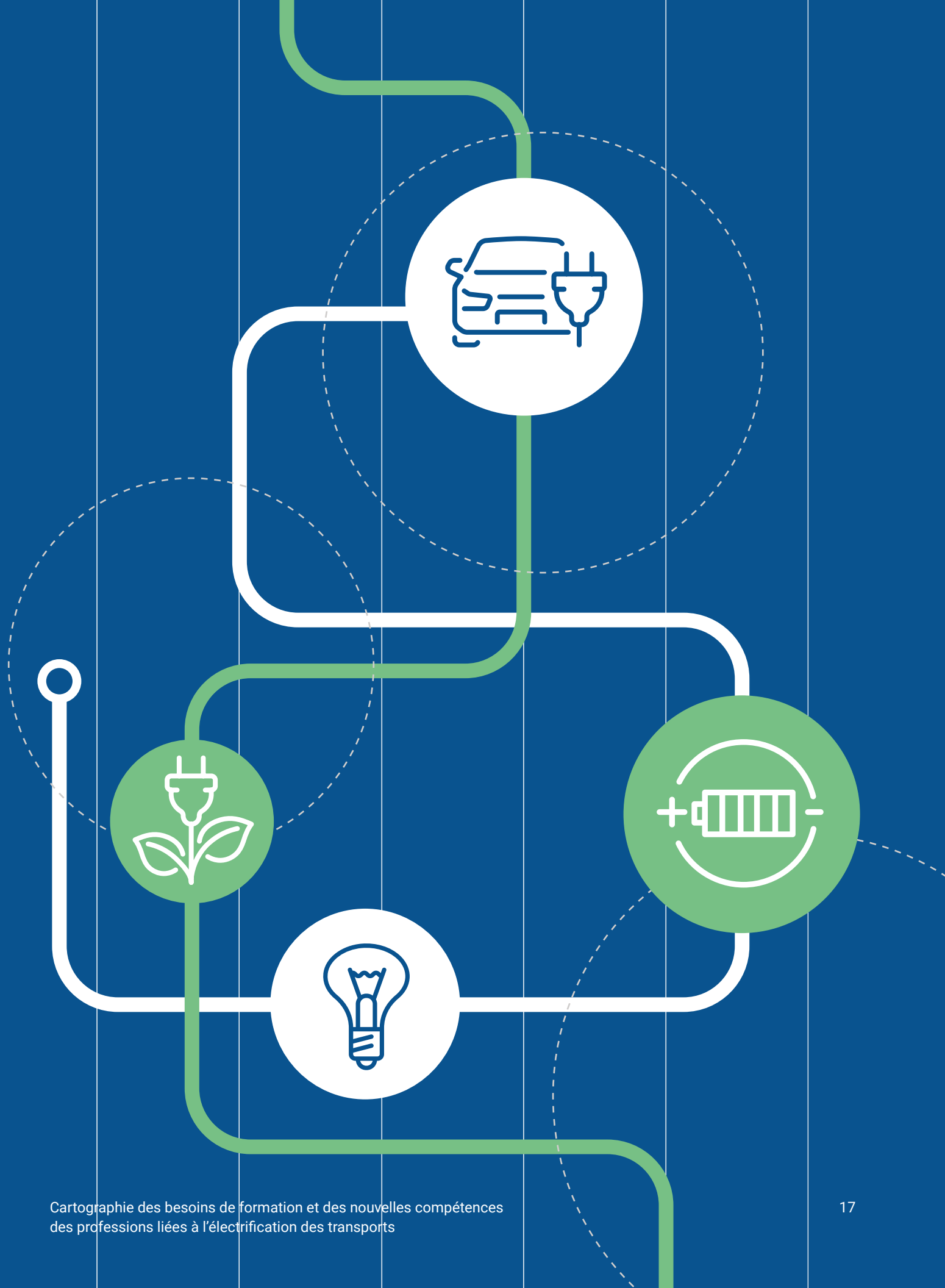
1.4.2 Entrevue en profondeur

Des entrevues en profondeur d'une durée d'environ 45 minutes, ont été réalisées auprès d'ingénieurs, de techniciens et de responsables des ressources humaines. Au total, 38 personnes travaillant dans 15 entreprises différentes y ont participé.

Ces entrevues en profondeur avaient pour objectif :

- › De connaître les difficultés rencontrées par les entreprises dues à un manque de formation du personnel;
- › D'identifier les compétences propres à chacune des catégories d'emploi ainsi que celles qui sont partagées;
- › D'identifier les compétences en émergence;
- › D'obtenir toutes autres informations pertinentes au recensement des compétences recherchées par les entreprises.





2. Description des tâches des professions concernées par l'électrification des transports (ÉT)



Professions concernées par l'ÉT

- › Le tableau1 liste les professions présentes dans les entreprises sondées.
- › Les professions les plus répandues au sein de ces entreprises sont les ingénieurs électriques, les ingénieurs mécaniques, les techniciens électriques, les techniciens mécaniques et les assembleurs cependant difficile de trouver ce type de spécialiste car le Cégep Saint-Jérôme est le seul à offrir au Québec une attestation d'études collégiales (AEC) qui forme des techniciens en technologie des véhicules électrique.

**Tableau 1 : Professions concernées par l'ÉT
au sein des 27 entreprises sondées**

Professions	%	Nombre d'entreprises ayant la profession considérée
Ingénieur électrique	70%	19
Ingénieur mécanique	63%	17
Technicien électrique	56%	15
Technicien mécanique	52%	14
Assembleur	52%	14
Ingénieur systèmes	41%	11
Technicien de service	41%	11
Ingénieur électronique	37%	10
Technicien en technologie des VÉ*	37%	10
Technicien électronique	37%	10
Concepteur logiciel embarqué	33%	9
Électromécanicien	33%	9
Technicien logiciel et informatique	33%	9
Concepteur logiciel	26%	7
Technicien qualité	26%	7

* **Technicien en technologie des VÉ** est une nouvelle appellation d'emploi en émergence encore peu répandue au sein des entreprises. En effet, certaines tâches liées aux VÉ requièrent des techniciens spécialisés en développement de véhicules électriques. Il est cependant difficile de trouver ce type de spécialiste car dans tout le Québec, le Cégep Saint-Jérôme est le seul à avoir une attestation d'études collégiales (AEC) qui forme des techniciens en technologie des véhicules électriques. Par conséquent, certaines entreprises utilisent des ingénieurs pour réaliser des tâches qui devraient être faites par ces techniciens spécialisés en développement de véhicules électriques

■ Les professions les plus répandues au sein des entreprises sondées

Tâches relatives à chacune des professions concernées par ÉT

- › Les entreprises interrogées étaient appelées à donner le détail des tâches par profession
- › Certaines professions ont des tâches communes
- › Les pages suivantes présentent la synthèse des différentes réponses de la part des entreprises sondées

Tâches	Ingénieur électrique	Ingénieur système
Diriger toutes les activités relatives aux systèmes au niveau du véhicule avec une équipe de professionnels chevronnés;		x
Développer des bancs d'essai de systèmes internes qui reproduisent l'environnement du véhicule afin de permettre la vérification du système et l'analyse des causes profondes des problèmes;	x	x
Collaborer étroitement avec l'équipe de validation pour définir des cas d'essai au niveau des composants, des systèmes et des véhicules et veiller à ce que chaque exigence puisse être testée et retracée;		x
Collaborer avec l'équipe d'intégration des véhicules pour s'assurer que les instruments sont intégrés dans les bancs des véhicules ou des systèmes et qu'ils fonctionnent conformément à la conception;		x
Générer toute la documentation d'ingénierie/qualité;		x
Concevoir des systèmes électriques, des circuits, des composants, des réseaux et des installations électriques et les intégrer à des véhicules électriques et intelligents;	x	x
Diriger des recherches en matière de faisabilité, de conception, d'exploitation et de performance des systèmes électriques;	x	
Préparer des estimations de coûts et de temps ainsi que des devis de conception pour les systèmes et les installations électriques;	x	
Surveiller et vérifier l'installation, la modification, la mise à l'essai et le fonctionnement des systèmes et des appareils électriques;	x	
Rechercher la cause des défaillances du matériel électrique et proposer des solutions pour corriger et améliorer les systèmes ou les produits;	x	

2.
Description des tâches
des professions
concernées par
l'électrification des
transports (ÉT)

Tâches	Ingénieur électrique	Ingénieur électronique
Faire respecter les normes de sécurité et élaborer des normes d'entretien et d'exploitation pour les systèmes et les appareils électriques;	x	
Réaliser et mettre à jour des schémas électriques haute, moyenne et basse tension pour des véhicules électriques;	x	
Étudier les systèmes électriques et leur intégration aux véhicules électriques et les batteries ainsi que leur conception schématique et circuit;	x	x
Établir la feuille de route pour le développement des composants électroniques des systèmes électriques;		x
Contribuer à la recherche et au développement de nouvelles technologies pour les produits électroniques;		x
Concevoir les systèmes électroniques et les intégrer aux véhicules en respectant les délais et les exigences de rendement de la production, de qualité et de coût;		x
Participer à la mise au point des composants des systèmes et de l'architecture de produit, de la conception à la production et s'assurer de leur fiabilité;	x	x
Encadrer le développement des systèmes électroniques sur les plans de la conception, de la simulation, du prototypage et de la validation;		
Définir le meilleur plan d'essai possible, c'est-à-dire le plus rapide et le moins complexe, de sorte que les véhicules puissent être mis en production en peu de temps;	x	x
Contribuer à la création d'une architecture de système robuste et concevoir en détails le matériel et les logiciels de mise à l'essai;	x	x

Tâches	Professions			
	Technicien électrique	Technicien de service	Technicien en technologie des VÉ	Électromécanicien
Opérer de l'équipement standard et spécialisé afin d'évaluer, de mettre à l'essai et d'analyser la performance des composants, des assemblages et des systèmes électriques;	x		x	
Concevoir et opérer du matériel et des systèmes d'alimentation, des systèmes de commande de traitement et des systèmes électriques;	x		x	
Réaliser les dessins techniques 2D et leur modélisation 3D nécessaires à la fabrication des faisceaux électriques et ses composants;	x		x	
Superviser la construction et les essais de prototypes conformément aux instructions générales et aux normes établies;	x		x	
Opérer ou superviser l'installation, la mise en service et le fonctionnement de l'équipement et des systèmes de propulsion électrique dans différents produits;	x		x	
Réaliser des diagnostics (à distance et sur place) à l'aide de différents outils (télémétrie, base de données) afin d'identifier de façon proactive les bris d'équipement;		x		
Effectuer les suivis appropriés auprès des clients et des autres équipes de projet afin de s'assurer de leur satisfaction;		x		
Prévoir et préparer l'approvisionnement et l'envoi des pièces chez les clients/partenaires;		x		
Collaborer à la création de procédures d'interventions pour chaque type de problème;		x		
Compléter les rapports de service et les bons de travail;		x		
Réaliser les entretiens préventifs des équipements de recharge de véhicules;		x		

2.
Description des tâches
des professions
concernées par
l'électrification des
transports (ÉT)

Tâches	Professions			
	Technicien électrique	Technicien de service	Technicien en technologie des VÉ	Électromécanicien
Procéder à des tests en atelier (drive de moteur, pack de batterie et BMS, systèmes de communications, systèmes embarqués);			x	
Appliquer les règles de sécurité établies pour la manipulation de systèmes à haute tension;			x	
Assurer la qualité de la connexion des systèmes (harnais, sertissages, respect des normes de qualité de l'industrie telle que la norme IPC-A-620);			x	
Collaborer à la conception sur ordinateur du VÉ et de ses composants (système de propulsion, pack de batteries, châssis);	x		x	
Procéder aux essais sur route ou en ateliers des VÉ assemblés;	x		x	x
Collaborer aux études techniques inhérentes à la conception d'un VÉ;			x	
Assurer l'efficacité des étapes d'assemblage du VÉ en posant des diagnostics sur les problématiques rencontrées et en proposant des solutions;			x	
Procéder aux travaux de réparation mécaniques, électriques et pneumatiques;		x		x
Utiliser des outils de diagnostics techniques;		x		x
Diagnostiquer, entretenir et réparer des composants électriques des véhicules;		x		x
Tester les véhicules sur la route et procéder à la mise au point s'il y a lieu;		x		x
Effectuer l'assemblage et le montage mécanique des bancs d'essai à l'aide de plans et d'instructions de travail;				x
Élaborer et transmettre dans les délais les documents permettant de coordonner la traçabilité des opérations de maintenance (feuilles d'interventions, relevés d'heures, etc.);				x

Tâches	Assembleur	Technicien en génie mécanique
Respecter les plans d'assemblage, les directives et les méthodes de travail;	x	x
Assembler différentes pièces pour différents produits / assemblages tels que des véhicules électriques, des moteurs, des pièces électroniques, des bornes de recharge, etc.;	x	x
Inspecter et contrôler le travail réalisé selon les procédures prescrites par le plan qualité;	x	
Ajuster, modifier, réparer et mettre au point les produits / assemblages;	x	
Opérer le banc d'essai et identifier les problématiques potentielles;	x	
Assurer une assistance technique aux assembleurs;		x
Interpréter des dessins mécaniques et des instructions d'assemblage;		x
Réaliser des dessins techniques 2D des composants et leur modélisation 3D relatifs à divers projets d'assemblages ou de prototypages, tels que des moteurs, des batteries, etc.;		x
Identifier et traiter les non-conformités des prototypes;		x
Régler et opérer les équipements de fabrication des prototypes.		x

Ingénieur mécanique

Tâches

Concevoir les pièces et assemblages mécaniques, en considérant les contraintes thermiques et structurelles;

Effectuer des calculs d'ingénierie nécessaires pour le dimensionnement mécanique des composants et systèmes;

Supporter les dessinateurs mécaniques dans la production des dessins de fabrication;

Recommander les changements d'ingénierie requis et faire l'analyse et l'implantation;

Assurer la réalisation de tous les travaux de conception dont il est responsable et ce, de l'architecture jusqu'à la production;

Supporter l'équipe de tests et de prototypage lors des périodes de validation et de certification des systèmes et supporter la mise en production;

Déterminer les concepts potentiels en collaboration avec l'équipe multidisciplinaire;

Participer et animer des revues de conception de composants et de produits complets;

Assurer le suivi des activités et des livrables de conception pour un produit donné.

Technicien qualité

Tâches

Réaliser les inspections visuelles et dimensionnelles lors des différentes étapes de production selon les requis et les exigences internes et externes;

Vérifier, évaluer et qualifier la non-conformité des pièces à partir de dessins d'assemblage et de spécifications techniques en utilisant les équipements d'inspection requis;

Gérer la non-conformité : inspecter la marchandise, informer les départements concernés (production, achat, etc.) ou les clients;

Proposer des actions correctives et suggérer des modifications à apporter aux méthodes et caractéristiques d'inspection;

Enregistrer et documenter les rapports de non-conformité dans la base de données;

Effectuer le suivi du traitement des rapports de non-conformité auprès des fournisseurs.

Technicien électronique

Tâches

Collaborer au processus de résolution de problème avec les concepteurs & ingénieurs de l'équipe;

Assurer le suivi de la fabrication des prototypes;

Réaliser les dessins techniques 2D et leur modélisation 3D nécessaires à la fabrication de circuits imprimés et leurs composants;

Développer des composants de systèmes électroniques que l'on retrouve par exemple dans des systèmes de propulsion électrique ou des batteries;

Intervenir au niveau des circuits analogiques et numériques;

Élaborer et implanter des circuits imprimés dans les différentes configurations de batteries en effectuant les soudures et branchements nécessaires;

Utiliser les systèmes internes afin de faire le suivi et d'optimiser l'avancement de ses projets.

Concepteur logiciel

Tâches

Participer à la recherche de solutions innovantes relatives aux produits;

Développer des bibliothèques pour les programmes de test (VB.Net, C#, VBA, LabView, C++, C);

Participer à la revue de codes;

Développer le « back-end » des applications et des microservices « Cloud »;

Développer le « front-end » des applications en utilisant des « frameworks React », « Bootstrap », « Knockout », etc.;

Mettre à jour et développer les bases de données SQL et NoSQL;

Participer au développement d'essais automatisés.

Technicien logiciel et informatique

Tâches

Contribuer aux phases de développement et de test formel du cycle de vie du développement logiciel;

Analyser, développer et exécuter des scripts de test conformément aux méthodologies et standards de l'industrie automobile;

Rédiger et réviser des rapports de tests logiciels ainsi que la documentation;

Effectuer l'ensemble des tests de régression;

Effectuer la conception et le montage de banc de tests électronique pour l'exécution de tests logiciels de produits;

Participer à la revue des travaux effectués.

Concepteur logiciel embarqué

Tâches

Développer des logiciels embarqués fonctionnant en temps réel;

Élaborer l'architecture et le codage de logiciels embarqués;

Implanter et optimiser des algorithmes de traitement de signal;

Automatiser des séquences de tests dans une base de données;

Contribuer aux phases de développement et de test formel du cycle de vie du développement logiciel;

Effectuer la revue de code;

Analyser, développer et exécuter des scripts de test conformément aux méthodologies et standards de l'industrie automobile;

Développer des couches logicielles bas niveau;

Développer des outils et utilitaires faisant partie de l'environnement de travail en C++/Phyton/C#.

3. Compétences recherchées par profession



Compétences recherchées

Cette section aborde les compétences recherchées par les entreprises du sous-secteur de l'ÉT pour les 5 professions les plus répandues dans les entreprises consultées.

Certaines de ces compétences sont génériques et par conséquent, sont couvertes par les programmes d'études existants. D'autres, plus spécifiques au domaine du VÉ, sont quasi-inexistantes dans les programmes actuels

Ingénieur électrique

Compétences génériques

Être familiarisé avec les systèmes embarqués et la programmation de leurs logiciels de contrôle

Pouvoir travailler avec plusieurs outils de conception (ex. : EPlan, SolidWorks, RapidHarness)

Être apte à programmer avec divers langages (ex. : Python, VBA, C, C++, C#, etc.)

Pouvoir travailler avec les logiciels LabVIEW, Matlab et Simulink

Compétences spécifiques au domaine du VÉ

Développer et concevoir des systèmes électriques HT

Développer et concevoir des circuits d'électronique de puissance pour application VÉ

Connaitre l'architecture d'un VÉ

Dimensionner les différentes composantes d'un VÉ

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ

Concevoir une batterie HT

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à l'assemblage, la manipulation et à l'entreposage de batterie HT

Connaitre le protocole CAN, OBD-II et le J1939

Mettre en œuvre un réseau CAN-BUS

Gérer et configurer l'ensemble du réseau CAN-BUS

Calculer les échanges thermiques dans la batterie

- › Les ingénieurs systèmes et les ingénieurs électroniques doivent aussi avoir ces compétences spécifiques au domaine du VÉ

Ingénieur mécanique

Compétences génériques

Être capable de réaliser la conception et les assemblages mécaniques

Être expérimenté en prototypage, validation et industrialisation de systèmes mécaniques

Pouvoir travailler avec les logiciels de modélisation mécanique comme Solidworks, Catia, NX de Siemens, etc.

Connaître les procédés de fabrication de pièces en métal et en plastique

Résoudre des problèmes de manière analytique, méthodique et proactive

Compétences spécifiques au domaine du VÉ

Calculer les échanges thermiques dans la batterie

Connaître les notions de bases en électricité

Identifier les ressources électriques utilisées dans un VÉ

Comprendre le fonctionnement du réseau CAN-BUS

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à l'assemblage, à la manipulation et à l'entreposage de batterie HT

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ

Technicien électrique

Compétences génériques
Avoir des connaissances en électrotechnique, électromécanique et en conception de circuits électriques
Faire des manipulations en laboratoire (soudure de composants, manipulations électriques de base)
Avoir une bonne visualisation 3D
Produire des schémas électriques
Produire des schémas de harnais
Pouvoir travailler avec plusieurs outils de conception (ex. : EPlan, SolidWorks, RapidHarness)
Rédiger des rapports de test*
Rédiger des rapports d'intervention*
Diagnostiquer des pannes électriques*

Compétences spécifiques au domaine du VÉ*
Diagnostiquer les problèmes sur un réseau CAN-BUS
Connaître le protocole CAN, OBD-II et le J1939
Gérer et configurer un réseau CAN-BUS
Interpréter l'architecture d'un réseau CAN-BUS
Comprendre le fonctionnement des différentes composantes du VÉ
Connaître l'architecture d'un VÉ
Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ
Appliquer les règles de santé et sécurité liées à l'assemblage, la manipulation et à l'entreposage de batterie HT

› Les techniciens en technologie de VÉ doivent aussi avoir ces compétences

* Les techniciens de services et les électromécaniciens doivent aussi avoir ces compétences

Technicien mécanique

Compétences génériques

Avoir une bonne visualisation 3D

Lire et interpréter des dessins mécaniques et des instructions d'assemblage

Effectuer des assemblages mécaniques

Pouvoir travailler avec les logiciels de modélisation mécanique comme Solidworks, Catia, NX de Siemens, etc.

Réaliser des dessins techniques 2D des composants de VÉ et leur modélisation 3D

Résoudre des problèmes de manière analytique, méthodique et proactive

Compétences spécifiques au domaine du VÉ

Connaître les notions de base en électricité

Identifier les ressources électriques utilisées dans un VÉ

Comprendre le fonctionnement du réseau CAN-BUS

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à l'assemblage, à la manipulation et à l'entreposage de batterie HT

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ

Assembleur

Compétences génériques

Avoir des compétences en assemblage de pièces (électrique, électronique, mécanique, etc.)

Savoir lire et comprendre de la documentation technique telle que des plans (électrique, électronique, mécanique, harnais et assemblage)

Avoir une bonne dextérité manuelle

Connaitre la norme IPC 620

Connaitre la mécanique du véhicule au complet

Connaitre les bases de l'électricité

Compétences spécifiques au domaine du VÉ

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ

4. Formations émergentes



Formations émergentes

L'électrification des transports pose de nouveaux défis de formation pour toutes les professions impliquées.

Cependant, la quasi-totalité des programmes de formation actuels ne permette pas de développer les compétences spécifiques au VÉ décrites à la section 3.

Le manque de programme adapté à la réalité et aux besoins de l'industrie des VÉ pousse certaines entreprises à choisir des candidats qui présentent de solides compétences issues de leur formation initiale, mais peu d'expertise et d'expérience au développement des véhicules électriques. Ces derniers vont par la suite acquérir les compétences spécifiques au VÉ :

- › Par le biais de formations de perfectionnement en entreprise
- › Par expérimentation avec ou sans accompagnement à travers des projets

Il existe aussi dans les entreprises, des personnes qui ont acquis des compétences en lien avec les VÉ par des participations à des projets parascolaires. On peut citer comme projet parascolaire « Formule ETS » qui est un club scientifique formé d'étudiants de l'École de technologie supérieure qui conçoit et fabrique une voiture électrique dans le but de remporter des compétitions Formula SAE et Formula Student.

- › 60 % des entreprises qui ont répondu au sondage affirment offrir ou vouloir offrir des formations de perfectionnement ou de mise à niveau à leurs employés en vue de les amener à acquérir les compétences nécessaires pour œuvrer dans le secteur des TEI. Les diagrammes 3 et 4 illustrent les réponses obtenues.

Diagramme 3 : Offrez-vous des formations de mise à niveau à vos nouvelles recrues ?

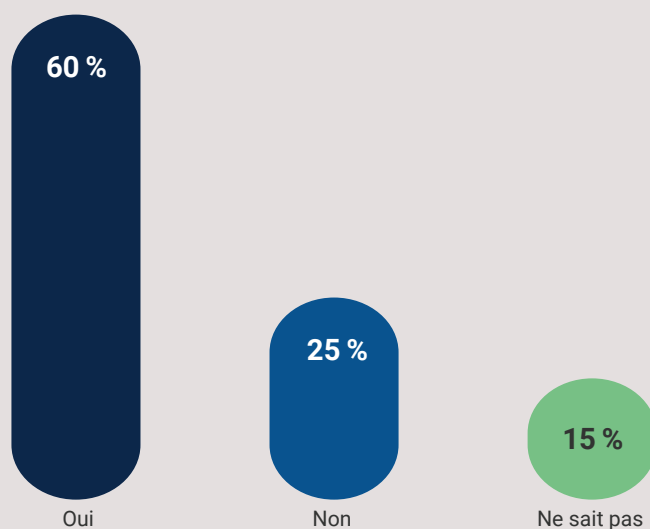
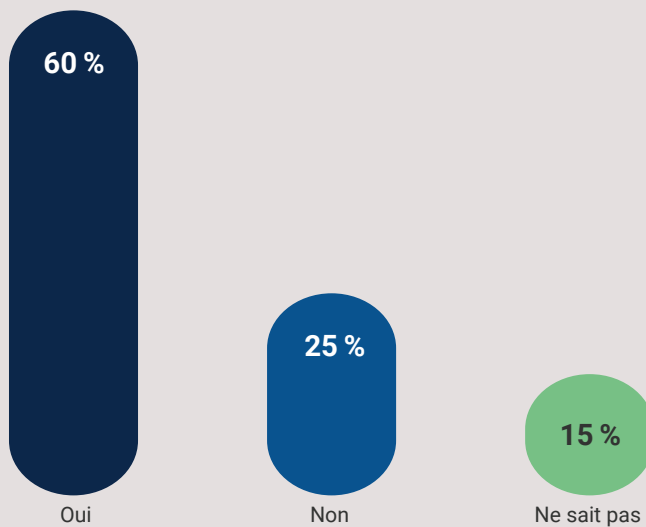


Diagramme 4 : Offrez-vous des formations de perfectionnement à vos employés ?



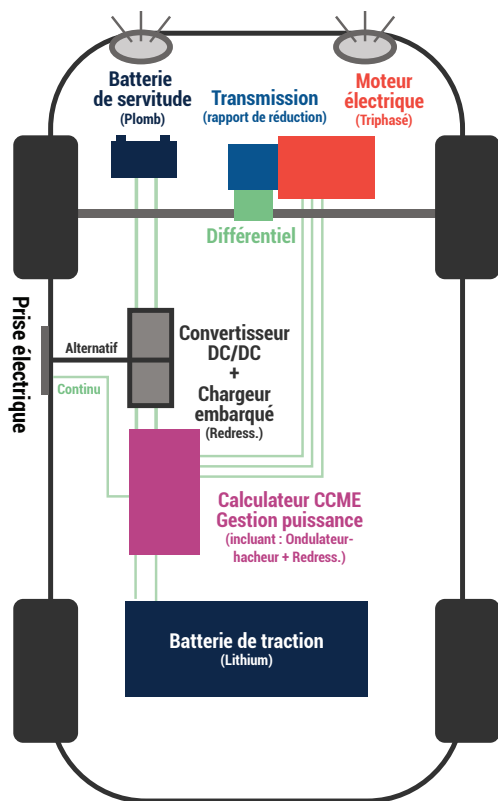
- › Toutes les entreprises ayant participé aux entretiens en profondeur ont exprimé ce besoin de former leur personnel sur les nouvelles compétences liées au VÉ.

Les entreprises ont mentionné une variété de thèmes de formations qu'ils ont recours pour leur personnel.

Voici le détails des formations exprimées, qui s'articulent autour des différents thèmes suivants :

- › Formation de base sur le véhicule électrique (VÉ)
 - Comprendre l'architecture d'un VÉ et le fonctionnement de ses principales composantes
 - Moteur électrique et transmission
 - Les différents convertisseurs
 - Drive
 - Convertisseur DC/DC
 - Chargeur embarqué
 - Batterie HT
 - Borne de recharge
 - Système de chauffage et climatisation
- Identifier les risques liés à la haute tension (HT)

Diagramme 5 : Architecture d'un VÉ



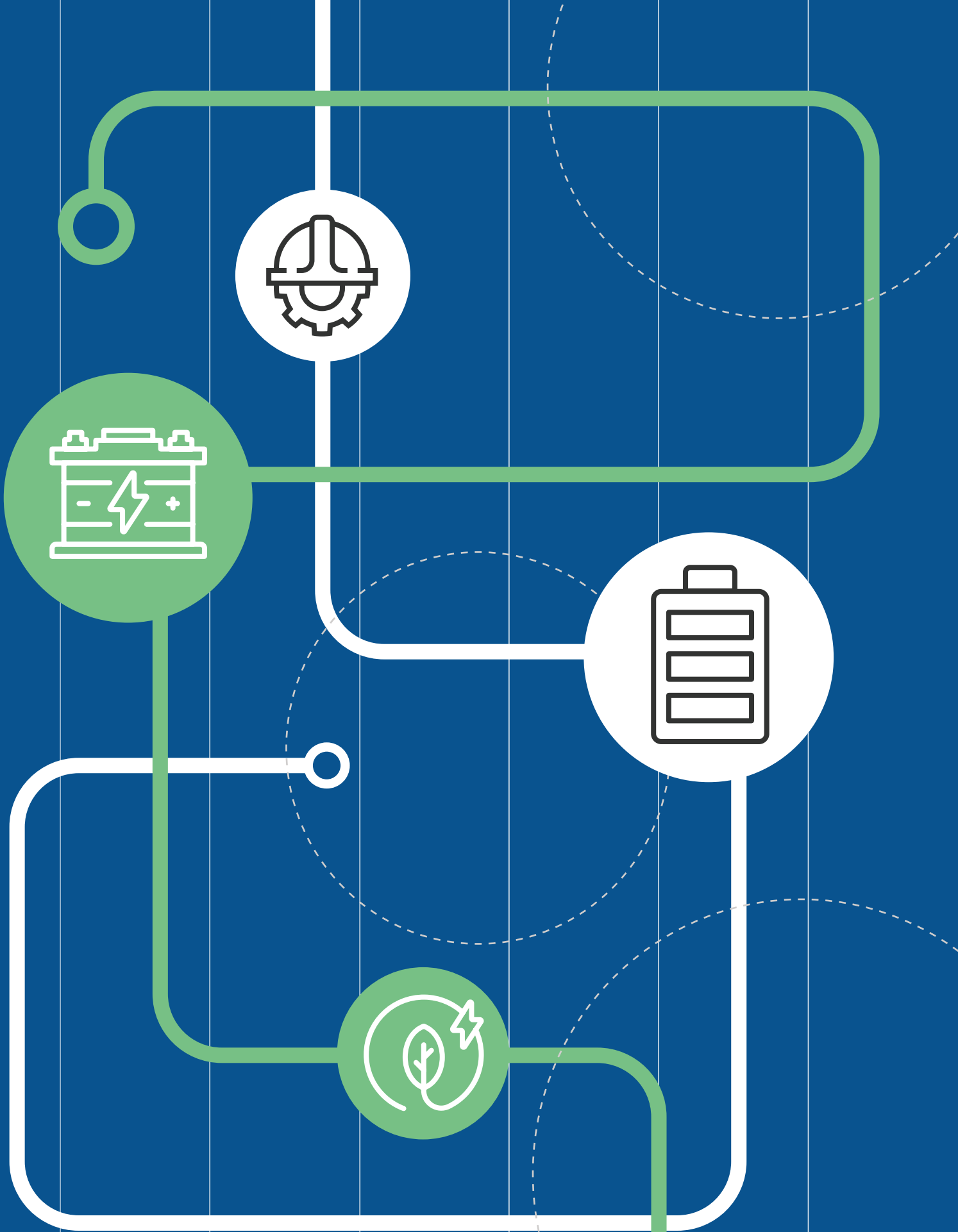
- › Formation sur les batteries haute tension :
 - Introduction sur les batteries Li-Ion
 - Assemblage de batterie HT
 - Règles de santé et sécurité relatives à l'assemblage, à la manipulation et à l'entreposage de batteries haute tension;
 - Les différentes composantes d'une batterie HT et comprendre leurs fonctionnements
- › Formation de base sur le Controller Area Network (CAN)
- › Formation approfondie sur le Can et le protocole J1939
- › Formation sur la gestion thermique de la batterie
- › Formation sur les logiciels Solidworks, Eplan et Rapidharness
- › Formation sur les notions d'électricité et sur l'électricité appliquée au VÉ
- › Formation sur l'entretien de VÉ
- › Formation sur la lecture de plan électrique, plan de harnais et plan d'assemblage
- › Formation sur l'utilisation des outils spécifiques pour le montage des différentes composantes d'un VÉ
- › Formation sur la norme IPC 620

Le tableau ci-contre présente les formations pour chacune des professions.

Thèmes de formations	Professions concernées par le VÉ														
	Ingenieur electrique	Ingenieur mecanique	Technicien electrique	Technicien mecanique	Assembleur	Ingenieur systeme	Technicien service	Ingenieur electronique	Technicien electronique	Technicien vehicule electrique	Electromecanicien	Concepteur logiciel embarqué	Technicien logiciel et informatique	Concepteur logiciel	Technicien qualite
Formation de base sur le véhicule électrique (VÉ)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Formation sur les batteries haute tension	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Formation de base sur le Controller Area Network (CAN)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Formation approfondie sur le Can et le protocole J1939	X					X									
Formation sur la gestion thermique de la batterie	X	X				X									
Formation sur les logiciels Solidworks, Eplan et Rapidharness	X		X			X									
Formation sur les notions d'électricité et sur l'électricité appliquée au VÉ		X		X											
Formation sur l'entretien de VÉ							X								
Formation sur la lecture de plan électrique, plan de harnais et plan d'assemblage						X									
Formation sur l'utilisation des outils spécifiques pour le montage des différentes composantes d'un VÉ						X									
Certification IPC 620			X		X						X				X

■ Les formations les plus demandées et qui concernent la quasi-totalité des professions qui interviennent dans le développement du VÉ

■ Les professions pour lesquelles plus de formations concernant le développement du VE sont offertes



5. Constats et recommandations



Constats

- › D'après l'étude portant sur les besoins en main-d'œuvre et formation du secteur des transports électriques et intelligents au Québec⁵, il y a une difficulté grandissante des entreprises à recruter du personnel qualifié selon les nouvelles compétences en émergence.
- › Selon les acteurs de la filière de l'électrification des transports, les programmes de formation initiale au Québec fournissent une bonne base pour acquérir les compétences génériques présentées à la section 3, mais les compétences spécifiques aux transports électriques sont trop souvent absentes.
- › Vu les compétences particulières que nécessite le sous-secteur de l'électrification des transports, que ce soit au niveau des ingénieurs, des techniciens ou des assembleurs, le besoin de formation concerne les différents niveaux académiques : universitaire, collégial et professionnel.

Recommandations

Sur la base des constats, les recommandations suivantes sont formulées.

Recommandation 1

Propulsion Québec devra continuer le maillage entre les entreprises et les institutions académiques. L'objectif étant d'assurer une communication des besoins des entreprises aux institutions académiques afin que ces dernières puissent développer des formations en adéquation avec les besoins exprimés.

Recommandation 2

- › Créer des leviers financiers pour faciliter les investissements en formations que doivent faire les entreprises du sous-secteur de l'ÉT
- › Encourager les entreprises à continuer à offrir aux employés la possibilité de suivre des formations de mise à niveau ou de perfectionnement leur permettant d'acquérir des compétences en lien avec les VÉ
- › Inciter les entreprises et les institutions académiques de leurs régions à se concerter afin de développer des formations qui répondent aux besoins spécifiques des entreprises.

5. *Horizon 2050 et besoins en main-d'œuvre et formation du secteur des transports électriques et intelligents au Québec*

Recommandation 3

Inciter les services aux entreprises des institutions académiques à développer des formations sur les thèmes suivants :

Niveau universitaire

Formation sur l'architecture du VÉ et le fonctionnement de ses différentes composantes

Formation sur le protocole Can et le protocole J1939

Formation sur les batteries haute tension

Formation sur la gestion thermique de la batterie

Formation sur les logiciels Solidworks, Eplan et Rapidharness

Niveau collégial

Formation sur l'architecture du VÉ et le fonctionnement de ses différentes composantes

Formation sur les règles de santé et sécurité relatives à l'assemblage, à la manipulation et à l'entreposage de batteries haute tension*

Formation de base sur le Controller Area Network (CAN)*

Certification IPC 620*

Formation sur les logiciels Solidworks, Eplan et Rapidharness

Niveau professionnel

Installation et raccordement de faisceaux de fils électriques

Formation sur l'utilisation des outils spécifiques pour le montage des différentes composantes d'un VÉ

Formation sur la lecture de plan électrique, plan de harnais et plan d'assemblage

Formation sur l'entretien de VÉ**

* Déjà disponible via le Cégep Saint-Jérôme

** Déjà disponible via l'EMEMM, le CEP Saint-Jérôme et autres centres de formations professionnelles

Recommandation 4

Introduire certaines compétences spécifiques au VÉ dans les programmes d'études universitaires. Ceci pourrait prendre la forme d'un module au sein de cours obligatoires ou de cours à option.

Compétences pertinentes à intégrer au programme de baccalauréat en génie électrique

- › Dimensionner les différentes composantes d'un VÉ
 - Dimensionner un moteur électrique de VÉ et sa commande
 - Dimensionner et concevoir une batterie HT, concevoir son système de contrôle (BMS)
 - Dimensionner des bornes de recharge (niveau 1, niveau 2 et niveau 3)
- › Utiliser des outils de simulation numériques du véhicule
- › Connaître l'architecture d'un véhicule électrique et le fonctionnement des différentes composantes
- › Modéliser un problème réel dans le domaine du véhicule électrique
- › Appliquer les règles de santé et sécurité entourant les batteries lors des opérations suivantes :
 - assemblage
 - manipulation
 - défaillance des cellules
 - transport (norme UN38.3)
 - entreposage
- › Connaître les normes SAE J2464 (systèmes de stockage d'énergie rechargeables) – Norme CEI-62660 (procédures d'essai et critères d'acceptation pour les performances de sécurité des cellules lithium-ion secondaires)
- › Gérer et optimiser la consommation de l'énergie embarquée
- › Calculer les échanges thermiques dans la batterie HT
- › Configurer les réseaux de communication dans un véhicule électrique
 - Connaître le protocole CAN, OBD-II et le J1939
 - Mettre en œuvre un réseau CAN-BUS
 - Gérer et configurer l'ensemble du réseau CAN-BUS

Compétences pertinentes à intégrer au programme de baccalauréat en génie mécanique

- › Dimensionner les principales composantes mécaniques d'un véhicule électrique
- › Gérer et optimiser la consommation de l'énergie embarquée
- › Gérer les échanges thermiques dans la batterie HT
- › Connaître le fonctionnement du réseau Can-bus
- › Connaître les notions de bases en électricité
- › Identifier les ressources électriques utilisées dans un VÉ
- › Connaître l'architecture d'un véhicule électrique et le fonctionnement des différentes composantes
- › Appliquer les règles de santé et sécurité entourant les batteries dans les situations suivantes :
 - assemblage
 - manipulation
 - défaillance des cellules
 - transport (norme UN38.3)
 - entreposage

Compétences pertinentes à intégrer aux programmes de baccalauréats en génie informatique et génie logiciel

- › Comprendre le fonctionnement du VÉ
- › Connaître le protocole Can et le protocole J1939
- › Acquérir des compétences dans différents domaines de la cybersécurité :
 - Cryptographie,
 - Contrôle d'accès,
 - Détection d'intrusions,
 - Investigation numérique
 - Sécurité dans l'internet des objets

Recommandation 5

Élaborer un cours-projet réunissant des étudiants des différents baccalauréats en génies* concernés par les VÉ pour travailler ensemble à réaliser un véhicule électrique.

* génie électrique, génie mécanique, génie informatique, génie logiciel

Afin de garantir aux étudiants une insertion professionnelle réussie dans le domaine de l'ÉT, il faudrait les préparer à travailler dans un environnement pluridisciplinaire.

Une des recommandations serait de créer un cours projet où des étudiants de tous les génies concernés par le VÉ seraient appelés à travailler ensemble pour réaliser un véhicule électrique.

À l'instar des activités parascolaires déjà existantes au sein de certaines universités pour la réalisation de VÉ, cette recommandation vise à consolider la plus-value d'une telle pratique en la sortant du domaine parascolaire puis en l'implantant dans le cursus universitaire.

Recommandation 6

Bonifier les parcours d'études disponibles pour les étudiants réguliers au collégial (programmes DEC)

Créer un programme DEC en techniques d'électrification des transports

Actuellement il n'y a aucun programme pour les jeunes qui sortent de leurs études secondaires et qui souhaitent travailler dans le monde de l'électrification des transports. Ce DEC viendrait répondre à ce besoin en offrant l'opportunité de commencer à étudier au collège en électrification des transports.

Les contenus de ce DEC pourront être issus des contenus disponibles de l'AEC en technologie des véhicules électriques existante, de l'ensemble des compétences identifiées dans la présente cartographie, mais aussi des compétences touchant davantage la filière batterie qui va s'implanter au Québec.

Créer des cours complémentaires et/ou optionnels touchant des notions spécifiques à l'électrification des transports pour les DEC technologie du génie électrique, technologie de l'électronique industrielle, techniques de génie mécanique et technologie de systèmes ordinés

Compétences pertinentes à intégrer aux programmes de DEC suivants :

- › Technologie du génie électrique – Électronique programmable
- › Technologie du génie électrique – Automatisation et contrôle
- › Technologie de l'électronique industrielle

Diagnostiquer les problèmes sur un réseau CAN-BUS

Connaitre le protocole CAN, OBD-II et le J1939

Gerer et configurer un reseau CAN-BUS

Interpreter l'architecture d'un reseau CAN-BUS

Comprendre le fonctionnement des différentes composantes du VÉ

Connaitre l'architecture d'un VÉ

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à l'assemblage, la manipulation et à l'entreposage de batterie HT

Dimensionner un moteur électrique de VÉ et configurer son controleur

Dimensionner et concevoir une batterie HT, configurer son système de contrôle (BMS)

Compétences pertinentes à intégrer au programme de DEC

› Technologie du génie électrique – Réseaux et télécommunications

Diagnostiquer les problèmes sur un réseau CAN-BUS

Connaître le protocole CAN, OBD-II et le J1939

Gérer et configurer un réseau CAN-BUS

Interpréter l'architecture d'un réseau CAN-BUS

› Techniques de génie mécanique

Connaître les notions de base en électricité

Identifier les ressources électriques utilisées dans un VÉ

Comprendre le fonctionnement du réseau CAN-BUS

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à l'assemblage,
à la manipulation et à l'entreposage de batterie HT

Appliquer les règles de santé et sécurité liées à la HT dans le VÉ

Compétences pertinentes à intégrer au programme de DEC

› Technologie de systèmes ordonnés

Connaître l'architecture du VÉ

Comprendre le fonctionnement des différentes composantes du VÉ

Comprendre le fonctionnement du réseau Can-bus

Développer des parcours « double-DEC » pour les étudiants des DEC en technologie du génie électrique, technologie de l'électronique industrielle et techniques de génie mécanique afin de leur permettre d'obtenir un deuxième DEC en techniques d'électrification des transports dans un parcours écourté, suivant leur DEC initial.

Recommandation 7

Bonifier l'offre de programmes d'études collégiales de formation continue en technologie des véhicules électriques

Élaborer des parcours d'études de formation continue mieux adaptés aux diplômés universitaires et collégiaux et plus accessibles pour les employés d'entreprise

- › Des parcours d'études qui tiendront compte du niveau de compétences acquises par les étudiants diplômés de niveau DEC ou baccalauréat (Ex : AEC de perfectionnement de courte durée)
- › Des parcours d'études plus accessibles au personnel d'entreprises en diversifiant davantage les modalités de formation offertes :
 - Augmenter l'offre de cours hybrides ou à distance,
 - Développer des cours et formations autoportants,
 - Développer des programmes avec entrées progressives ou parcours individualisés

Recommandation 8

Encourager Elexpertise à mettre en place une formation pour assembleurs spécialisés en VÉ

Les assembleurs jouent un rôle très déterminant dans l'industrie des véhicules électriques. Ils assemblent des moteurs, des montages électroniques et toutes autres composantes de véhicules électriques. Ils peuvent aussi être appelés à fabriquer des harnais.

Pour permettre aux entreprises du sous-secteur de l'ÉT de recruter une main-d'œuvre qualifiée, il serait approprié de mettre en place une formation qui inclut les compétences suivantes :

- › Connaître les outils mécaniques et savoir les utiliser
- › Prendre connaissance et être capable de mettre en œuvre
 - Un cahier d'assemblage
 - Un schéma de harnais
 - Un schéma électrique
- › Connaître la norme IPC 620 (Exigences et acceptation des assemblages de câbles et de faisceaux de câbles)
- › Connaître les dangers liés à la HT
- › Connaître la mécanique du véhicule au complet
- › Avoir de bonnes connaissances en électricité

Comme Elexpertise donne déjà une « formation emploi assembleur en électronique », il serait pertinent de reproduire le même modèle afin de former des assembleurs spécialisés en VÉ.

Recommandation 9

Ajouter les compétences suivantes au programme de l'AEP mécanique des véhicules électriques :

- › Rédiger des rapports d'interventions
- › Rédiger des rapports de service

L'AEP en Mécanique de véhicules électriques prépare à l'exercice de la profession de mécaniciens de véhicules électriques. Ces derniers, lorsqu'ils sont appelés à œuvrer sur les véhicules à propulsion électrique ou hybride, ont pour fonction principale d'assurer l'entretien et la réparation de leurs systèmes électriques et électromécaniques.

Le profil des mécaniciens leur permet également d'assumer le rôle de technicien de service.

Cependant, certaines entreprises ont signalé que très souvent, les mécaniciens éprouvent des difficultés à rédiger des rapports.

Recommandation 10

Réaliser une cartographie des besoins de formation et des nouvelles compétences des professions liées à la maintenance et à l'entretien de VÉ

Plusieurs modèles de véhicules électriques sont actuellement sur le marché. Peu de personnes disposent de compétences permettant d'assurer la maintenance et l'entretien de ces VÉ.

Il serait pertinent dans un premier temps de recenser les compétences dont ont besoin les personnels des garages et des entreprises disposant de flottes de VÉ pour assurer leurs maintenances et entretiens. Il faudrait ensuite élaborer des programmes de formations pertinents qui tiennent en compte toutes les compétences recensées

