

L'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre au Québec

Étude
exploratoire
2019





L'impact de
l'électrification
des transports
sur la main-d'œuvre
au Québec

Étude exploratoire 2019



Élexpertise remercie toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude. Leur collaboration a permis d'apporter un éclairage sur l'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre au Québec.

Élexpertise | Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique
101, boulevard Roland-Therrien, bureau 540
Longueuil (Québec) J4H 4B9
Téléphone : 450 443-9324
info@elexpertise.qc.ca
elexpertise.qc.ca

Éditeur : Élexpertise
Recherche et rédaction : Conseillers en Management MARCON
Graphisme : Patricia Carignan
Impression : les Impressions Litho-Pro
Photographies : Depositphotos, Flaticon.com, Shutterstock.

Québec 

Commission des partenaires du marché du travail
Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur

Avec la collaboration du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur.

L'étude ne lie pas les ministères et organismes ayant collaboré aux travaux. L'étude ne constitue pas leurs orientations, mais représente l'opinion des personnes interrogées et son contenu n'engage que l'auteur.

ISBN : 978-2-9812510-7-7
Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec, 2019
Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Canada, 2019

Publié en décembre 2019

Table des matières



1	Sommaire	1
2	Objectifs et méthodologie de l'étude	6
2.1	Contexte de réalisation de l'étude	7
2.2	Les objectifs de l'étude	7
2.3	La délimitation du champ de recherche	8
2.3.1	Équipements de transport visés	8
2.3.2	Secteurs d'activité économique visés dans l'étude	8
2.3.3	Professions à l'étude	10
2.4	La méthodologie utilisée	11
3	Le contexte du déploiement de l'électrification des transports	14
3.1	Les freins et les leviers à l'électrification des transports	15
3.1.1	Le nombre et la variété de modèles de véhicules électriques insuffisants	16
3.1.2	Le prix élevé à l'achat des véhicules électriques	19
3.1.3	L'appréhension des consommateurs face à l'autonomie du véhicule électrique	21
3.1.4	Les connaissances insuffisantes des acheteurs	21
3.1.5	Le coût élevé de l'électrification des lignes ferroviaires existantes	22
3.2	Tendances et prévisions mondiales pour les véhicules électriques et les bornes de recharge	23
3.2.1	Les autobus urbains et interurbains	24
3.2.2	Les camions	24
3.2.3	Les automobiles de promenade (incluant VUS et camions légers)	24
3.2.4	Les motos et quads	28
3.2.5	Autres catégories de véhicules	28
3.2.6	Les bornes de recharge	28
3.3	Mesures gouvernementales liées à l'électrification des transports au Québec	29
3.3.1	Gouvernement du Canada	29
3.3.2	Gouvernement du Québec	29
3.3.3	Les municipalités du Québec	31
4	L'impact de l'électrification des transports pour les entreprises québécoises	32
4.1	Les chaînes de valeur des véhicules électriques et des bornes de recharge du Québec	33
4.2	Les perspectives d'avenir pour l'électrification des transports	39
4.2.1	Les véhicules routiers et l'électrification	39
4.2.2	Les véhicules hors route et l'électrification	41
4.2.3	Les bornes de recharge	42
4.3	Les retombées estimées de l'électrification des transports par secteur d'activité	43

Table des matières (suite)

4.4	Les besoins de main-d'œuvre liés à l'électrification des transports	47
4.4.1	Les besoins de main-d'œuvre actuels et à venir	47
4.4.2	Les difficultés de recrutement	49
4.5	Les postes en émergence	51
4.6	Les besoins liés à l'offre de formation initiale	52
4.6.1	L'électrification des transports et la formation initiale	52
4.6.2	Les besoins de formation initiale soulignés par les entreprises interrogées	54
4.7	Synthèse	59
5	L'impact de l'électrification des transport sur l'exercice des professions visées	60
5.1	Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)	61
5.1.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	61
5.1.2	Difficultés d'embauche	62
5.1.3	Formation et expérience recherchées	63
5.1.4	Autres exigences d'embauche	64
5.2	Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)	65
5.2.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	65
5.2.2	Difficultés d'embauche	66
5.2.3	Formation et expérience recherchées	66
5.2.4	Autres exigences d'embauche	68
5.3	Technologues et techniciens en génie électrique et électronique (CNP 2241)	69
5.3.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	69
5.3.2	Difficultés d'embauche	70
5.3.3	Formation et expérience recherchées	71
5.3.4	Autres exigences d'embauche	73
5.4	Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)	74
5.4.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	74
5.4.2	Difficultés d'embauche	75
5.4.3	Formation et expérience recherchées	75
5.4.4	Autres exigences d'embauche	76
5.5	Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)	77
5.5.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	77
5.5.2	Difficultés d'embauche	78
5.5.3	Formation et expérience recherchées	78
5.5.4	Autres exigences d'embauche	81
5.6	Électromécaniciens (CNP 7333)	82
5.6.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	82
5.6.2	Difficultés d'embauche	82
5.6.3	Formation et expérience recherchées	83



5.7	Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522)	85
5.7.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	85
5.7.2	Difficultés d'embauche	85
5.7.3	Formation et expérience recherchées	85
5.7.4	Autres exigences d'embauche	85
5.8	Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)	86
5.8.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	86
5.8.2	Difficultés d'embauche	87
5.8.3	Formation et expérience recherchées	87
5.8.4	Autres exigences d'embauche	87
5.9	Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524)	88
5.9.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	88
5.9.2	Difficultés d'embauche	88
5.9.3	Formation et expérience recherchées	89
5.9.4	Autres exigences d'embauche	89
5.10	Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241)	90
5.10.1	Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues	90
5.10.2	Difficultés d'embauche	91
5.10.3	Formation et expérience recherchées	91
5.11	La formation continue liée à l'électrification des transports	93
5.11.1	L'offre actuelle de formation continue en électrification des transports	93
5.11.2	Les modes de formation continue privilégiés par les entreprises interrogées	95
5.11.3	Les besoins de formation continue	98
5.12	Synthèse	100
5.12.1	Rôles des professions et création d'emplois	100
5.12.2	Difficultés d'embauche	102
5.12.3	Formation et expérience recherchées	102
5.12.4	Autres exigences nécessaires à l'embauche	103
5.12.5	Pratiques et besoins en matière de formation continue	104
6	Conclusion	105
	Annexe 1 — Les entreprises participantes aux groupes de discussion	109
	Annexe 2 — Les entreprises participantes aux entrevues semi-dirigées	110
	Annexe 3 — Liste des acronymes	112
	Annexe 4 — Les libellés originaux des professions (codes cnp) à l'étude	113

Liste des tableaux

Tableau 1 — Nombre d'emplacements et d'emplois au Québec relatifs aux secteurs d'activité à l'étude	9
Tableau 2 — Les professions (codes CNP) à l'étude	10
Tableau 3 — Nombre de participants aux groupes de discussion par domaine d'activité	12
Tableau 4 — Répartition de l'échantillon d'entreprises interviewées, par secteur d'activité (SCIAN)	13
Tableau 5 — Les freins et les leviers à l'électrification des transports au Québec	16
Tableau 6 — Les programmes de subvention à l'achat de véhicules électriques disponibles au Québec	20
Tableau 7 — Parc mondial de véhicules de promenade hybrides et à zéro émission et nombre d'unités vendues, 2018	26
Tableau 8 — Importance de l'électrification des transports pour les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN) (n=43)	43
Tableau 9 — Pourcentage des employés concernés par l'électrification des transports par secteur d'activité (SCIAN) (n=42)	45
Tableau 10 — Les retombées de l'électrification des transports sur l'emploi par secteur d'activité à l'étude (SCIAN)	46
Tableau 11 — Nombre d'emplois actuels et les ajouts prévus d'ici 2023, par profession	47
Tableau 12 — Difficultés de recrutement actuelles et prévues, par profession (CNP) et par secteurs d'activité économique (SCIAN)	49
Tableau 13 — Postes en émergence liés à l'électrification des transports	51
Tableau 14 — Liste des programmes de formation initiale passés en revue	52
Tableau 15 — L'offre de formation initiale spécifique à l'électrification des transports	54
Tableau 16 — Changements souhaités par les entreprises à l'égard de la formation initiale des ingénieurs et techniciens	57
Tableau 17 — Changements souhaités par les entreprises à l'égard de la formation initiale, autres professions	58
Tableau 18 — Répartition des emplois d'ingénieurs électriciens et électroniciens parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	62
Tableau 19 — Baccalauréats délivrés dans certains programmes d'études liés à la profession d'ingénieurs électriciens et électroniciens au Québec, 2013 à 2017	63
Tableau 20 — Répartition des emplois d'ingénieurs et concepteurs en logiciels parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	65
Tableau 21 — Baccalauréats délivrés dans certains programmes d'études liés à la profession d'ingénieurs et concepteurs en logiciels au Québec, 2013 à 2017	67
Tableau 22 — Répartition des emplois de technologues et techniciens en génie électronique et électrique parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	69

Tableau 23 —	Diplômes délivrés dans le cadre des programmes d'études menant à la profession de technologues et techniciens en génie électronique et électrique au Québec, 2013 à 2017, selon la région de l'organisme de diplomation	71
Tableau 24 —	Répartition des emplois de technologues et techniciens en génie mécanique parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	74
Tableau 25 —	Diplômes délivrés dans le cadre du programme d'étude Technique de génie mécanique, 2013 à 2017, selon la région de l'organisme de diplomation	76
Tableau 26 —	Répartition des emplois de mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	77
Tableau 27 —	Nombre de diplômes émis dans le cadre du programme d'étude Mécanique automobile, par région administrative, 2013 à 2017	79
Tableau 28 —	Nombre de diplômes émis dans le cadre du programme d'étude Mécanique de véhicules lourds routiers, par région administrative, 2013 à 2017	80
Tableau 29 —	Répartition des emplois d'électromécaniciens parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	82
Tableau 30 —	Nombre de diplômes émis dans le cadre du programme d'étude Mécanique industrielle de construction et d'entretien, par région administrative, 2013 à 2017	83
Tableau 31 —	Répartition des emplois d'assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	85
Tableau 32 —	Répartition des emplois d'assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	86
Tableau 33 —	Nombre de diplômes émis dans le cadre du programme d'étude Montage de câbles et de circuits, par région administrative, 2013 à 2017	87
Tableau 34 —	Répartition des emplois de monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)	88
Tableau 35 —	Nombre de diplômes émis dans le cadre du programme d'étude Montage de câbles et de circuits, par région administrative, 2013 à 2017	89
Tableau 36 —	Nombre d'emplois d'électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques), par secteur d'activité (SCIAN)	90
Tableau 37 —	Nombre de diplômes émis dans le cadre du programme d'étude Électricité, par région administrative, 2013 à 2017	91
Tableau 38 —	L'offre de formation continue reliée à l'électrification des transports	93
Tableau 39 —	La formation de la main-d'œuvre par secteur d'activité	95
Tableau 40 —	Besoins de formation continue identifiés par les entreprises interrogées	99



Liste des schémas

Schéma 1 — Répartition des émissions de GES par secteurs d'activité et types de gaz	15
Schéma 2 — L'offre de véhicules électriques de promenade au Canada	17
Schéma 3 — Les perspectives d'électrification des parcs d'autres catégories de véhicules 2019-2040 (en % du parc mondial de véhicules)	23
Schéma 4 — Croissance des ventes de véhicules de promenade électriques par pays, 2010 à 2018 (en % d'augmentation des ventes annuelles)	25
Schéma 5 — Ventes mondiales de véhicules de promenade, 2015 à 2050 (en million d'unités par année)	27
Schéma 6 — Évolution du parc mondial de bornes de recharge électriques 2010 à 2017	28
Schéma 7 — Chaîne de valeur relative à l'industrie des véhicules électriques au Québec	33
Schéma 8 — Manufacturiers de véhicules routiers au Québec	35
Schéma 9 — Manufacturiers de véhicules hors route au Québec	36
Schéma 10 — Chaîne de valeur relative aux bornes de recharge	37



Sommaire

01



1.0 —

Sommaire

En 2017, MARCON a réalisé pour Élexpertise (le Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique) l'*Étude d'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre dans l'industrie électrique et électronique*¹. Celle-ci proposait un portrait et une revue des principales tendances de l'électrification des transports, de même qu'une évaluation de l'impact attendu pour les industries électrique et électronique au Québec. La présente étude fait suite à la première et aborde plus spécifiquement les besoins de main-d'œuvre et de formation découlant de l'électrification des transports.

Cette étude porte sur les secteurs d'activité économique sous la responsabilité d'Élexpertise : fabrication de produits informatiques et électroniques; fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques; grossistes-marchands de fils et de fournitures électriques de construction ainsi que sur d'autres secteurs d'activité économique concernés par les chaînes de valeur des véhicules électriques et des bornes de recharge : fabrication de matériel de transport; concessionnaires d'automobiles [vente, entretien et réparation d'automobiles hybrides et électriques]; services urbains de transport en commun [entretien et réparation d'autobus hybrides et électriques] et entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage [installation de bornes de recharge].

Une revue documentaire, trois groupes de discussion et 46 entrevues individuelles semi-dirigées ont été réalisés. Les informations recueillies sont jugées représentatives de la filière des transports électriques dont le développement est encore à ses débuts. Les points de vue ainsi dégagés ne doivent pas être interprétés comme étant le reflet de l'ensemble des secteurs d'activité économiques visés. Les résultats issus de cette collecte d'informations doivent donc être interprétés avec prudence.

Les gouvernements du Québec et du Canada déploient un ensemble de mesures visant à favoriser l'électrification des transports :

- > La Loi visant l'augmentation du nombre de véhicules automobiles zéro émission au Québec afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants (Norme VZE) du gouvernement du Québec contraint les constructeurs automobiles à offrir un minimum de 3,5 % de VZÉ au Québec;
- > Divers programmes de subvention du gouvernement du Québec (Roulez Vert de Transition énergétique Québec, Programme de soutien au déploiement des autobus scolaires électriques) et du gouvernement du Canada (Programme iVZE de Transport Canada) sont offerts en vue de subventionner le prix à l'achat ou à la location;
- > Hydro-Québec développe le réseau de bornes de recharge public Circuit électrique qui compte actuellement 1 947 bornes de recharge en service (y compris 195 bornes de recharge rapide) en vue de rassurer les consommateurs face à la possibilité de se recharger en cours de déplacement.
- > Un projet pilote visant à favoriser la transition des écoles de conduite vers les véhicules électriques est en cours avec une trentaine d'écoles de conduite. Ce projet devrait permettre à ces écoles d'enseigner l'utilisation des véhicules électriques et la recharge de la batterie aux apprentis conducteurs;
- > L'électrification des lignes ferroviaires existantes n'étant actuellement pas envisagée en raison du coût élevé d'un tel projet, les gouvernements du Québec et du Canada participent à subventionner de nouveaux projets structurants de transport qui privilégient les lignes électrifiées (ex. : trains légers, métro, tramways).

¹ MARCON, « Étude d'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre dans l'industrie électrique et électronique, phase 1 », mai 2017.



À l'échelle mondiale, on remarque d'importantes avancées en matière d'électrification des transports

À l'échelle mondiale, on remarque d'importantes avancées en matière d'électrification des transports, en particulier dans le cas d'autobus urbains et interurbains, d'automobiles de promenade (incluant véhicules utilitaires sport [VUS] et camions légers), de motos et quads. Dans tous ces cas, la Chine est largement en avance. Dans le cas des camions légers et moyens, on note un potentiel d'électrification important pour les prochaines années.

En raison de conditions qui leur sont plus favorables, les perspectives sont plus encourageantes au Québec pour certaines catégories de véhicules, autobus scolaire, camions (classes 4 à 8), de même que les bornes de recharge. Notons aussi qu'à partir de 2025, le gouvernement du Québec va uniquement subventionner l'achat d'autobus 100 % électrique par les sociétés de transport urbain.

À l'horizon de 2023, les retombées économiques et de création d'emplois qui découlent de l'électrification des transports sont susceptibles d'être plus marquées dans le cas des manufacturiers de véhicules électriques, de bornes de recharge et de leurs sous-produits respectifs. À l'heure actuelle, les entreprises interrogées dans le cadre de l'étude confirment l'existence de près de 2900 emplois liés à l'électrification des transports. Ce nombre est appelé à augmenter d'environ 25 %, pour atteindre 3600 emplois d'ici 2023.

À partir des informations obtenues par les entreprises interrogées, on constate que plus des trois quarts des emplois concernés par l'électrification des transports en 2018-2019 se concentrent dans 5 des 16 professions à l'étude :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**810 emplois**);
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (**633 emplois**);
- > Ingénieurs mécaniciens (**320 emplois**);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**317 emplois**);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (**160 emplois**).

De plus, la presque totalité de la création d'emplois prévue, d'ici 2023, devrait impliquer les professions suivantes :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**156 emplois**; +19 %);
- > Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (**118 emplois**; +88 %);
- > Ingénieurs mécaniciens (**92 emplois**; +29 %);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**85 emplois**; +29 %);
- > Technologues et techniciens en génie électrique et électronique (**83 emplois**; +112 %);
- > Technologues et techniciens en génie mécanique (**63 emplois**; +113 %);
- > Ingénieurs concepteurs de logiciels (**47 emplois**; +29 %).

Les employeurs interrogés soulignent rencontrer des difficultés de recrutement particulièrement au sein de cinq professions. Ces difficultés sont également envisagées à l'horizon de 2023. Ces professions sont les suivantes :

- > Ingénieurs électriciens et électroniciens;
- > Ingénieurs et concepteurs de logiciels²;
- > Techniciens en génie mécanique;
- > Techniciens en génie électrique et électronique;
- > Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques.

Parmi les ingénieurs et les techniciens, ceci tient surtout à la rareté de la main-d'œuvre d'expérience (par exemple les ingénieurs détenant au moins 7 années d'expérience) et possédant un minimum de connaissances en électrification des transports.

Pour certains postes, les difficultés d'embauche ne sont pas spécifiques à l'électrification des transports, mais sont néanmoins susceptibles de nuire au développement des entreprises et des organisations concernées :

- > Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique³;
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus.

Alors que les programmes de formation initiale permettent aux candidats de développer les compétences nécessaires à l'exercice des professions à l'étude, on note, en général, peu ou pas de contenu spécifique à l'électrification des transports.

Cette situation est possiblement plus critique dans le cas des ingénieurs et des techniciens en génie, car ils sont impliqués tout au long des chaînes de valeur des véhicules électriques et des bornes de recharge. L'apprentissage du fonctionnement des différents types de véhicules électriques et des bornes de recharge, ainsi que de leurs principaux sous-produits, est grandement souhaitable. Les entreprises consultées confirment que les étudiants en génie, dans une discipline concernée par l'électrification des transports, doivent être exposés au fonctionnement des différents types de véhicules électriques et de bornes présents sur le marché, incluant les véhicules électriques de basse tension comme les vélos. Plus précisément, les entreprises consultées soulignent l'importance d'intégrer un contenu de formation en électronique de puissance au sein des programmes d'études.

Une offre limitée de formation initiale en mécanique électrique d'autobus et en mécanique de véhicules automobiles électriques compliquent grandement le recrutement des mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus. Certains programmes de formation professionnelle en cours de révision au MEES intégreront toutefois des compétences ou des notions directement liées à l'électrification des transports. Les nouvelles versions de ces programmes feront prochainement l'objet d'un déploiement au sein des établissements de formation.

On remarque que les entreprises souhaitent voir se développer de manière plus importante la formule études-travail. L'accueil de stagiaires permet d'identifier et de former des candidats intéressants à embaucher après leurs études. Plusieurs entreprises interrogées assurent que ces stagiaires jouent un rôle important pour combler leurs besoins de main-d'œuvre.

La grande majorité des entreprises privilégient la formation à l'interne, afin d'amener la main-d'œuvre en emploi à être plus compétente et plus polyvalente en ce qui a trait à l'électrification des transports. Pour plusieurs, les besoins de formation concernent un petit nombre d'individus et sont souvent spécifiques à l'entreprise.

² Les difficultés de recrutement nuisent déjà aux activités de certaines entreprises qui doivent réduire la cadence de production faute de pouvoir recruter de main-d'œuvre additionnelle.

³ Les difficultés relatives à cette profession limitent la capacité de développement faute de main-d'œuvre suffisante en assemblage.

Différentes pistes de réflexion ont été formulées par les entreprises consultées en lien avec les besoins de formation initiale et continue :

Piste 1

Étudier la pertinence et la possibilité d'intégrer l'apprentissage des notions de base en électrification des transports dans les programmes de formation initiale permettant d'exercer les professions suivantes :

- > Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133);
- > Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2241).

Piste 2

Intégrer un contenu de formation en électronique de puissance au sein des programmes de formation initiale liés aux professions suivantes :

- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173);
- > Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241).

Piste 3

Développer des occasions de formations à l'intention des technologues / techniciens et des ingénieurs œuvrant dans l'industrie visant l'apprentissage de notions complémentaires à leur profession, afin de les rendre plus polyvalents dans les domaines : électrique, électronique, mécanique et informatique. Ces formations complémentaires à la profession auraient comme objectif l'amélioration de la synergie dans les équipes de travail.⁴

Piste 4

Développer de la formation en conception du logiciel de communication entre le train et son infrastructure adapté à l'industrie ferroviaire.

Piste 5

Favoriser les apprentissages réalisés en entreprise à l'ensemble des programmes d'études concernés.

Piste 6

Poursuivre et encourager le déploiement d'une offre de formation continue spécifique à l'électrification des transports, au sein des régions où se trouvent des entreprises actives dans cette industrie et tenant compte, notamment, des besoins particuliers⁵ exprimés par les entreprises interrogées. Afin de favoriser son accessibilité à la main-d'œuvre en emploi, diverses formules devraient être privilégiées (formation de soir, modes de formation à distance synchrones ou asynchrones, etc.).

Piste 7

Étudier, avec les établissements responsables, les solutions pouvant favoriser le déploiement de la formation conduisant à l'AEP Mécanique de véhicules électriques ainsi que l'accessibilité des clientèles à ce programme.



⁴ Par exemple, offrir une formation sur l'électronique de puissance pour les technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232).

⁵ Formation de base sur les chimies de batterie et les consignes de santé et sécurité à respecter, formation sur la mécanique électrique des autobus urbains, formation à distance afin de mettre à niveau les connaissances des assembleurs de cartes électroniques en emploi, formation sur le diagnostic et la réparation de bornes de recharge, formation de base sur les véhicules automobiles hybrides et électriques adaptée aux besoins des vendeurs de ces véhicules et formation en mécanique de véhicules hybride et électrique.

Objectifs et méthodologie de l'étude 02



2.1 —

Contexte de réalisation de l'étude

Élexpertise est le Comité sectoriel de la main-d'œuvre (CSMO) de l'industrie électrique et électronique au Québec. Celui-ci a la responsabilité de planifier l'offre de formation et d'appuyer le développement des compétences des travailleurs des entreprises de l'industrie qu'il représente, soit 1 275 emplacements⁶. L'électrification des transports, qui consiste à remplacer les énergies fossiles par l'électricité pour propulser les véhicules motorisés, affecte directement l'industrie sous la responsabilité d'Élexpertise.

En 2017, MARCON a complété l'*Étude d'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre dans l'industrie électrique et électronique*⁷. Cette dernière présentait un portrait des principales tendances de l'électrification des transports, en plus de proposer une évaluation de ce phénomène pour les industries électrique et électronique au Québec.

En raison de besoins communs d'informations sur le sujet, le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) a collaboré avec Élexpertise pour la réalisation de la présente étude. Pour cette raison, le champ de l'étude a été élargi à l'ensemble des industries susceptibles de connaître les impacts de l'électrification des transports et non seulement aux industries électrique et électronique. L'étude aborde plus en détail les besoins de main-d'œuvre et de formation, d'ici 2023, liés à l'électrification des transports, et ce pour l'ensemble des activités susceptibles d'être concernées, à l'exception des véhicules nautiques et des aéronefs.

2.2 —

Les objectifs de l'étude

L'étude *Impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre au Québec* vise les objectifs suivants :

1. Documenter les effets constatés et à venir de l'électrification des transports sur les industries :
 - > Les secteurs d'activité économique principalement concernés;
 - > Les perspectives à venir de l'électrification des transports;
 - > Les retombées économiques potentielles de l'électrification des transports pour les entreprises œuvrant au sein des secteurs d'activité visés par l'étude⁸.
2. Documenter l'impact de l'électrification des transports sur la structure de l'emploi :
 - > Les professions concernées par l'électrification des transports⁹;
 - > Les nouveaux métiers et ceux appelés à prendre de l'importance;
 - > Les difficultés de recrutement actuellement observables ou à prévoir pour certaines professions;
 - > Pour chaque profession, les exigences d'embauches actuelles et leur évolution d'ici 2023;
 - > Pour chaque profession, les qualifications actuellement nécessaires et celles appelées à devenir prioritaires dans l'avenir;
 - > Les enjeux relatifs à l'offre de formation initiale et continue.

⁶ Statistique Canada, « Tableau 33-10-0105-01 – Nombre d'entreprises canadiennes, avec employés », décembre 2018.

⁷ MARCON, « Étude d'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre dans l'industrie électrique et électronique, phase 1 », mai 2017.

⁸ Les secteurs d'activité à l'étude sont identifiés à la section 2.3.2.

⁹ Les professions à l'étude sont identifiées à la section 2.3.3.

2.3 — La délimitation du champ de recherche

2.3.1 Équipements de transport visés

La présente étude couvre les catégories suivantes de véhicules et de bornes de recharge électriques :

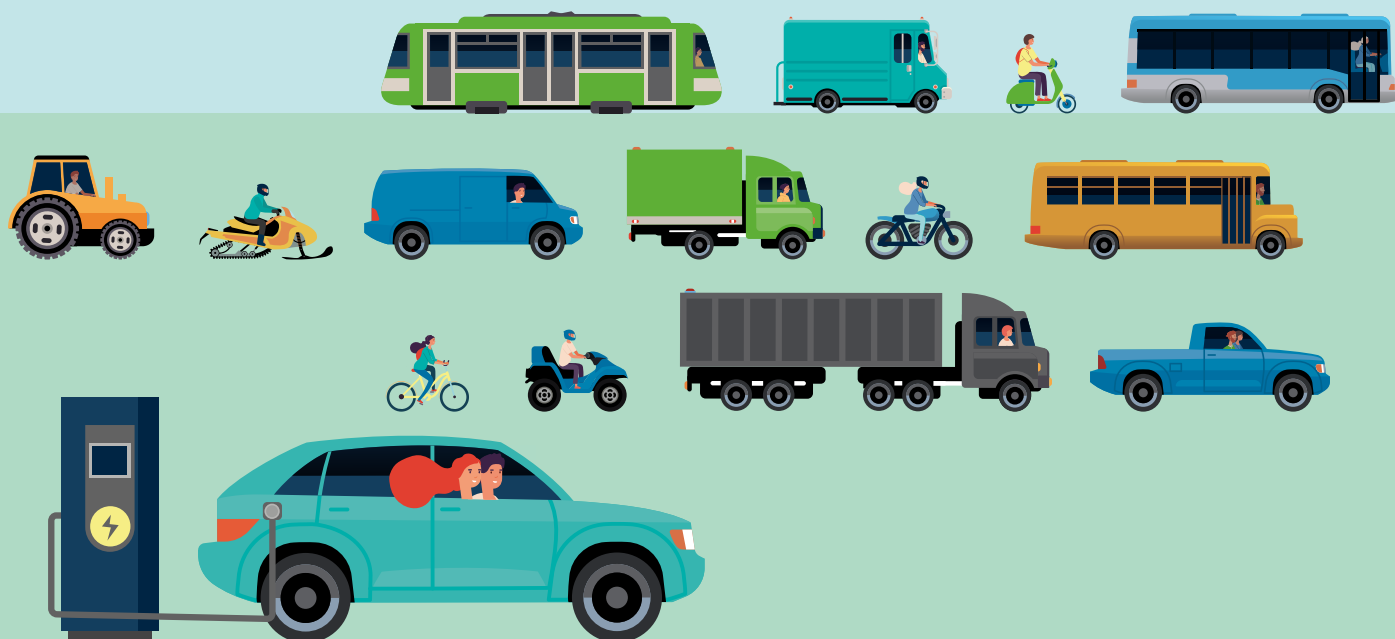
- > **Automobiles de promenade** : automobiles (incluant véhicules utilitaires sport (VUS) et camions légers);
- > **Autres véhicules routiers** : autobus scolaires, autobus urbains et interurbains, ambulances, camions moyens et lourds, camions à nacelle, camions à ordures, camions de pompiers, motos);
- > **Véhicules hors route** : trains, métros, tramways, motoneiges, motomarines, motos, quads, camions forestiers, vélos, véhicules utilitaires hors route, tracteurs de ferme;
- > **Bornes de recharge électriques** : bornes de niveaux 2 et 3¹⁰.

Les véhicules nautiques et les aéronefs ont été exclus du champ de recherche.

2.3.2 Secteurs d'activité économique visés dans l'étude

La présente étude porte sur les secteurs d'activité économique sous la responsabilité d'Élexpertise (fabrication de produits informatiques et électroniques; fabrication de matériel, d'appareils et de composantes électriques; grossistes-marchands de fils et de fournitures électriques de construction) et d'autres secteurs d'activités clés concernés par les chaînes de valeur des véhicules électriques et les bornes de recharge.

Le tableau suivant présente la liste des secteurs d'activité économique à l'étude ainsi que le nombre d'emplacements et d'emplois générés compris dans chacun de ces secteurs.



¹⁰ Les bornes de recharge de niveaux 2 et 3 sont décrites à la section 4.2.3.

Tableau 1

Nombre d'emplacements et d'emplois au Québec relatifs aux secteurs d'activité à l'étude

Secteurs d'activité	Nombre d'emplacements au Québec ¹¹ (décembre 2018)	Nombre d'emplois au Québec ¹² (mars 2019)
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	412	15 686
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	309	11 247
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	464	51 010
Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)	1 691	34 898
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	23	17 404
Grossistes-marchands de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611)	361	ND
Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 23821)	2 798	ND

ND : non disponible

Le secteur d'activité *Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage*, non considéré initialement a été ajouté en raison du rôle joué par les électriciens dans l'installation des bornes de recharge.

Notons aussi qu'en plus de l'activité d'entretien de véhicules de promenade électriques couverte par le secteur d'activité *Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)*, on avait aussi initialement considéré *Réparation et entretien de véhicules automobiles (SCIAN 8111)*. Le premier secteur d'activité comprend les ateliers d'entretien mécanique opérés par les concessionnaires, tandis que le deuxième comprend les ateliers d'entretien mécaniques indépendants. Alors que tous les concessionnaires qui vendent des véhicules de promenade électriques vont aussi en faire l'entretien, on compte, au Québec, très peu de garages indépendants actifs dans la réparation de voitures électriques. Selon l'Association des véhicules électriques du Québec (AVÉQ), il y a seulement 10 garages indépendants spécialisés en voitures électriques¹³. On a donc choisi de se concentrer sur le secteur d'activité des *Concessionnaires d'automobiles* pour représenter les activités d'entretien de véhicules de promenade électriques.

Les secteurs d'activité économique en aval et en amont, tels que l'extraction des matières premières (exploitation minière) nécessaires à la fabrication des produits à l'étude et le recyclage de produits après leur vie utile ont été exclues du champ de recherche.

¹¹ Statistique Canada, Tableau 33-10-0105-01 - Nombre d'entreprises canadiennes, avec employés, décembre 2018.

¹² Statistique Canada, Tableau 14-10-0201-01 - Emploi selon l'industrie, données mensuelles non désaisonnalisées (mars 2019), juin 2019.

¹³ Association des véhicules électriques du Québec, « Garages indépendants spécialisés en voitures électriques », <https://www.aveq.ca/garages-independants.html>, mars 2019.

2.3.3 Professions à l'étude

Les professions (et codes nationaux des professions [CNP]) visées par l'étude sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2 _____
Les professions (codes CNP) à l'étude¹⁴

Codes CNP	Professions
2132	Ingénieurs mécaniciens
2133	Ingénieurs électriciens et électroniciens
2173	Ingénieurs et concepteurs en logiciels
2232	Technologues et techniciens en génie mécanique
2233	Technologues et techniciens en génie industriel et en génie de fabrication
2241	Technologues et techniciens en génie électrique et électronique
6221	Spécialistes des ventes techniques - commerce de gros
6552	Autres préposés aux services d'information et aux services à la clientèle
7241	Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques)
7242	Électriciens industriels
7321	Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus
7333	Électromécaniciens
7334	Mécaniciens de motocyclettes, de véhicules tout-terrain et personnel mécanique assimilé
9522	Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles
9523	Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique
9524	Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques
9525	Assembleurs, monteurs et contrôleurs dans la fabrication de transformateurs et de moteurs électriques industriels

¹⁴ Afin d'alléger le texte, l'usage du masculin est privilégié aux fins du libellé des codes CNP identifiés dans cette étude. Les libellés originaux sont fournis à l'Annexe 5.

2.4 ———

La méthodologie utilisée

En raison de l'aspect émergent du phénomène de l'électrification des transports et du nombre restreint d'entreprises ayant des activités spécifiques avec cette industrie au Québec, la présente étude repose sur une analyse qualitative.

Une revue documentaire, trois groupes de discussion et 46 entrevues individuelles semi-dirigées ont été réalisés. Les informations recueillies sont jugées représentatives de la filière des transports électriques, dont le développement est encore à ses débuts. Les points de vue ainsi dégagés ne doivent pas être interprétés comme étant le reflet de l'ensemble des secteurs d'activité économiques visés. Les résultats issus de cette collecte d'informations doivent donc être interprétés avec prudence.

Revue documentaire

Une revue documentaire a été réalisée en vue de documenter les tendances et les prévisions mondiales relatives aux véhicules électriques et aux bornes de recharge, les freins et leviers à l'électrification des transports et les mesures gouvernementales mises de l'avant à cet effet au Québec. La revue documentaire a aussi contribué à préciser les professions susceptibles d'être concernées par l'électrification des transports et à préparer une version préliminaire des chaînes de valeur des véhicules électriques et des bornes de recharge, incluant les composantes et sous-produits clés, les catégories d'entreprises impliquées et leurs rôles respectifs.

Les sources de données secondaires utilisées aux fins de la préparation de l'*Étude d'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre dans l'industrie électrique et électronique* ont été revisitées en vue d'identifier les mises à jour disponibles. Une recherche complémentaire de documents a ensuite été réalisée en vue de recueillir des études et des publications spécialisées de firmes d'experts, d'associations et d'organisations gouvernementales au Québec.

En complément, MARCON a consulté différentes données, obtenues du MEES, sur les secteurs d'activité et les professions, ainsi que plusieurs documents relatifs à l'offre de formation au Québec :

- > Les programmes d'études (formation professionnelle et technique) approuvés par le MEES et menant à l'exercice des professions visées;
- > Les données relatives à la répartition des emplois liés aux professions visées au sein des secteurs d'activité à l'étude (Statistique Canada);

- > Les données relatives aux inscriptions et aux diplômes au sein des programmes de formation initiale menant à l'exercice des professions visées.

L'information tirée de la revue documentaire a servi à préparer le guide d'animation des groupes de discussion.

Groupes de discussion

Des groupes de discussion réunissant des membres de la haute direction (président, vice-président, directeur du développement des affaires, directeur des opérations, directeur des ressources humaines) d'entreprises ayant des activités en lien avec l'électrification des transports ont été organisés.

Ces groupes de discussion visaient différents objectifs :

- > Préciser les changements à apporter aux chaînes de valeur des véhicules électriques et des bornes de recharge;
- > Comparer les perspectives et les retombées attendues de l'électrification des transports au Québec pour les différentes catégories de véhicules à l'étude;
- > Identifier les professions concernées par l'électrification des transports et préciser celles où les postes sont difficiles à combler;
- > Déterminer les besoins de formation initiale et continue liés à l'électrification des transports.

Trois groupes de discussion réunissant un total de 24 participants ont été réalisés en novembre 2018 à Québec, à Laval et à Boucherville. Le choix des villes a été déterminé en fonction de la répartition géographique des participants potentiels afin de minimiser leur temps de déplacement pour se rendre à l'activité. Chaque rencontre d'une durée de 2h30 se déroulait en soirée.

Un quatrième groupe de discussion prévu à Drummondville a dû être annulé faute d'un nombre suffisant de participants. La plupart des personnes inscrites à ce groupe ont toutefois pris part au groupe de discussion tenu à Boucherville.

Chaque groupe réunissait des participants issus de différents secteurs d'activité, ce qui a contribué à la richesse des échanges (la liste des entreprises participantes est présentée à l'annexes 1). Le tableau suivant présente la répartition des participants aux groupes de discussion en fonction de leur domaine d'activité.

Tableau 3
Nombre de participants aux groupes de discussion par domaine d'activité

Domaines d'activité des participants	Nombre de participants
Manufacturiers de véhicules électriques (VÉ)	7
Manufacturiers de pièces et sous-produits	6
Manufacturiers de bornes de recharge	3
Opérateurs de véhicules électriques (sociétés de transport urbain)	3
Distributeurs/grossistes-marchands	2
Électriciens - installateurs de bornes de recharge	2
Institution d'enseignement ¹⁵	1
Total	24

Entrevues individuelles semi-dirigées

Entre les mois de février et mai 2019, 46 entrevues individuelles semi-dirigées, d'une durée de 30 à 60 minutes, ont été réalisées avec des responsables des ressources humaines, au sein de 44 entreprises et organisations concernées par l'électrification des transports au Québec. Pour deux entreprises contactées, il a été nécessaire de compléter une entrevue d'approfondissement avec le directeur de l'ingénierie concernant les besoins prospectifs de main-d'œuvre ainsi qu'au sujet des besoins de formation initiale et continue.

La réalisation des entrevues individuelles semi-dirigées visait les objectifs suivants :

- > Présenter un portrait du nombre d'emplois pour les professions concernées par l'électrification des transports et la progression attendue d'ici 2023;
- > Identifier les professions concernées par l'électrification des transports et préciser celles pour lesquelles des difficultés de recrutement (actuelles et prospectives) sont soulignées;
- > Confirmer les exigences d'embauche (diplôme, expérience, qualifications nécessaires) pour les professions clés aux projets d'électrification des transports;
- > Identifier les occasions de formation continue offertes aux employés des entreprises interrogées en vue de favoriser leur spécialisation en électrification des transports;
- > Préciser les besoins de formation initiale et continue reliés à l'électrification des transports ainsi que l'offre à développer, ou à bonifier, à cet effet.

Les entreprises reconnues pour leur leadership dans leur secteur d'activité ou en matière d'électrification des transports ont été ciblées en priorité. Le groupe de répondants, choisis conjointement par Élexpertise et MARCON, est constitué des entreprises et des individus susceptibles de pouvoir fournir une lecture éclairée de la situation qui prévaut, en ce moment, au Québec, ainsi que des perspectives concernant les secteurs et professions à l'étude.

¹⁵ En l'absence de participants actifs dans l'entretien mécanique d'automobiles, un centre de formation professionnelle (CFP) spécialisé dans la formation de mécaniciens d'automobiles a participé à l'un des groupes de discussion.

Vue sous l'angle de l'offre de véhicules électriques sur le marché, l'électrification des transports est un phénomène émergent. Selon les données du ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI), près de soixante entreprises manufacturières spécialisées dans le développement et l'assemblage des véhicules électriques ou de leurs composants sont établies au Québec¹⁶. Ainsi, les entreprises de la filière spécialisée en transport électrique sont peu nombreuses. Bien que les outils d'enquête utilisés pour la conduite de cette étude se soient inspirés largement de méthodes de quantification des réponses, la présente ne constitue pas une étude quantitative statistiquement représentative des secteurs d'activité économiques visés. Par ailleurs, le nombre limité de répondants ne permet de calculer ni un degré de précision ni un taux de fiabilité statistique des résultats.

Le tableau suivant présente la répartition des répondants en fonction des secteurs d'activité. La liste des entreprises participantes est présentée à l'annexe 4, à l'exception de quelques répondants souhaitant conserver l'anonymat.

Tableau 4

Répartition de l'échantillon d'entreprises interviewées, par secteur d'activité (SCIAN)

Secteurs d'activité (SCIAN)	Nombre d'entreprises interrogées
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	12
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	8
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	8
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	6
Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)	5
Grossistes-marchands de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611)	2
Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 23821)	3
Total	44

¹⁶ Ministère de l'Économie et de l'Innovation, « Présentation de l'industrie », <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/secteurs/transport-terrestre/presentation-de-lindustrie-des-vehicules-electriques/#c60540>, consulté le 7 décembre 2019.



**Le contexte
du déploiement
de l'électrification
des transports**

03



3.1 —

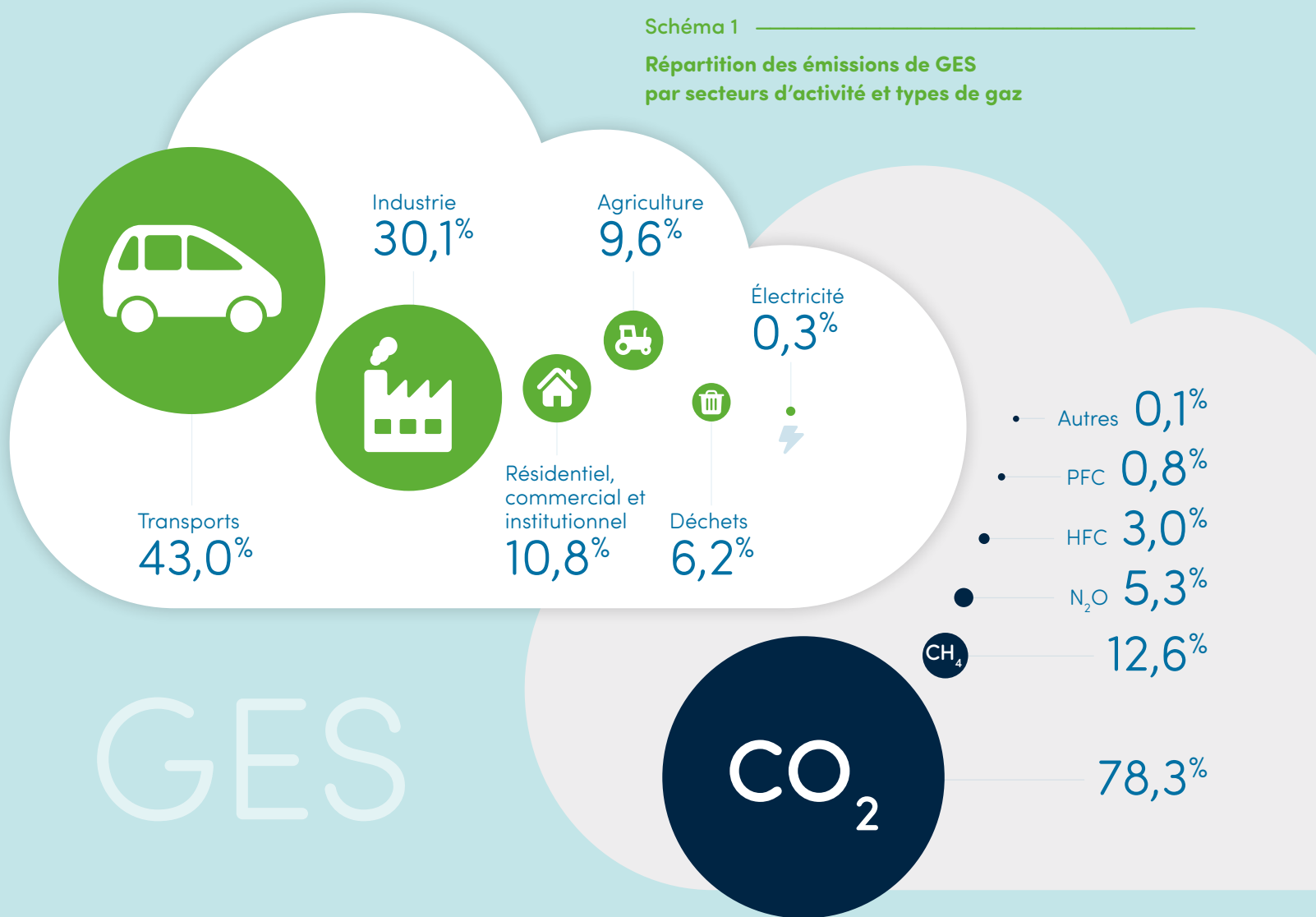
Les freins et les leviers à l'électrification des transports

Les émissions croissantes et cumulées de gaz à effet de serre (GES) liées à l'activité humaine produisent aujourd'hui des effets tangibles au niveau de l'augmentation des températures moyennes. Les changements climatiques qui en résultent accentuent la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (ex. : canicules, tornades, ouragans).

Comme le montrent les données suivantes du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), au Québec, le dioxyde de carbone (CO₂) compte pour plus des trois quarts des émissions de GES et le secteur des transports est de loin le principal émetteur.

Schéma 1

Répartition des émissions de GES
par secteurs d'activité et types de gaz



L'électrification des transports, qui consiste à substituer les véhicules à moteur à combustion interne alimentés par carburants fossiles à d'autres véhicules fonctionnant à l'électricité, permet d'éliminer les émissions de GES, du secteur des transports, liées à la consommation de combustibles fossiles.

Le prochain tableau dresse la liste des principaux freins à l'électrification des transports de même que les leviers mis en œuvre au Québec.

Tableau 5 — **Les freins et les leviers à l'électrification des transports au Québec**

Freins à l'électrification	Leviers à l'électrification
Le nombre et la variété de modèles de véhicules électriques insuffisants	L'amélioration de l'offre sur le marché (véhicules de promenade, camions, etc.) La norme véhicule zéro émission (VZE) (véhicules de promenade)
Le prix à l'achat élevé des véhicules électriques	Les incitatifs financiers à l'achat de VZÉ (autobus urbains, autobus scolaires, véhicules de promenade, vélos)
L'appréhension des consommateurs face à l'autonomie du VÉ	Le développement du réseau de bornes de recharge public (véhicules de promenade, camions)
Les connaissances insuffisantes des acheteurs liés à la gestion de la recharge	Le projet pilote avec des écoles de conduite sur l'enseignement de l'utilisation des véhicules électriques (véhicules de promenade)
Le coût élevé de l'électrification de lignes ferroviaires existantes	Le développement de nouvelles lignes de trains légers, de métro et de tramway électrifiées

Source : MARCON, 2019.

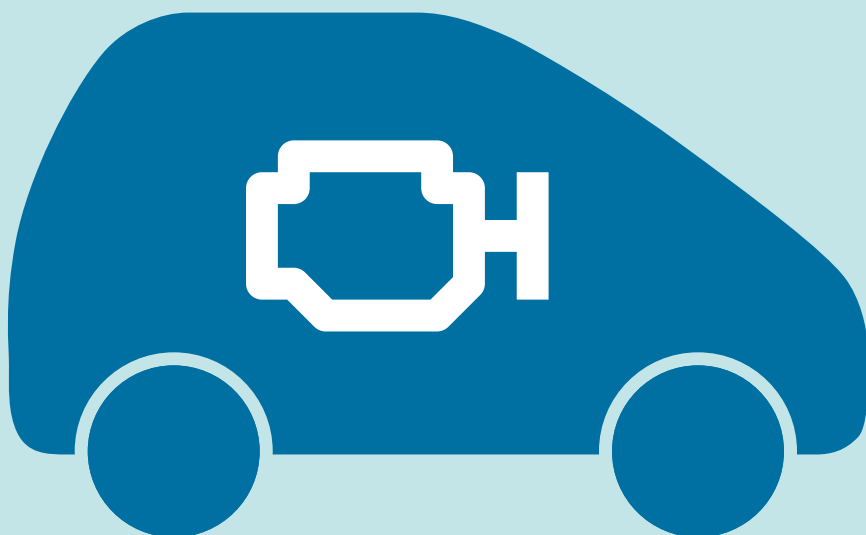
3.1.1 Le nombre et la variété de modèles de véhicules électriques insuffisants

Au Québec, la demande pour les véhicules électriques excède l'offre. Le nombre et la variété de modèles de camions électriques de poids moyens et lourds demeurent très limités avec seulement deux fournisseurs québécois et un fournisseur chinois présents au Québec.

Dans le cas des véhicules de promenade pour passagers, les délais de livraison peuvent, selon les fabricants automobiles, s'échelonner sur plusieurs mois. Depuis l'élimination du Programme d'encouragement pour les véhicules électriques et à hydrogène du gouvernement de l'Ontario en juillet 2018, les ventes plus faibles en Ontario ont amené un détournement de véhicules électriques neufs de l'Ontario vers le Québec. Une plus grande disponibilité de véhicules au Québec a donc aidé à diminuer ces délais.

Comme le montre le schéma suivant, en 2019, l'offre de modèles de véhicules hybrides rechargeables et de véhicules zéro émission demeure limitée et largement inférieure à celle des véhicules à essence.

L'offre de véhicules électriques de promenade au Canada



Nombre total
de modèles disponibles
au Canada, 2019
(N = 278)



Véhicules
à essence

229

82%

Véhicules hybrides
rechargeables

34

12%

Véhicules
zéro émission

15

6%

Véhicules de promenade hybrides rechargeables

Prix de base	Nombre de modèles		
	VUS	Autres	Total
Moins de 50 000 \$	2	9	11
50 000 \$ à 74 999 \$	4	5	9
75 000 \$ et plus	6	8	14
Total	12	22	34

Véhicules de promenade zéro émission

Prix de base	Nombre de modèles		
	VUS	Autres	Total
Moins de 50 000 \$	3	7	10
50 000 \$ à 74 999 \$	0	0	0
75 000 \$ et plus	1	4	5
Total	4	11	15

Les 49 modèles de véhicules de promenade hybride et zéro émission disponibles au Canada ne représentent que 18 % de l'offre totale (en termes de modèles) et moins de 2 % des ventes totales. De ce nombre, on retrouve 30 modèles à un prix de base de détail suggéré par le fabricant (PDSF) inférieur à 75 000 \$, incluant seulement 9 modèles de VUS électriques. Aucun modèle de fourgonnette ou de camionnette n'est encore commercialement disponible. Or, les VUS, fourgonnettes et camionnettes représentent en 2019 plus de 70 % des ventes de véhicules au Canada¹⁷, et le Québec ne fait pas exception à cette tendance.

Le déploiement difficile d'une offre variée de véhicules électriques s'explique probablement par le modèle d'affaires dominant de l'industrie automobile. Ce modèle consiste à vendre un véhicule avec une faible marge bénéficiaire et à se rattraper ensuite (au niveau de la marge bénéficiaire) avec des suivis mécaniques réguliers chez le concessionnaire. Avec beaucoup moins de pièces en mouvement sur les véhicules électriques, les besoins de remplacement et de réparation de pièces mécaniques, ainsi que les ventes de produits consommables (huiles, liquides de refroidissement, bougies...) sont moindres pour les fabricants de véhicules et les concessionnaires.

À l'heure actuelle, le cycle de vente d'un véhicule électrique est un peu plus long que celui d'un véhicule à essence, en raison du besoin de consacrer plus de temps à informer le consommateur sur le fonctionnement du véhicule et la gestion de la recharge de la batterie. D'autres facteurs entrent également en cause pour rendre la tâche de vendre un véhicule électrique plus ardue que pour une voiture à essence. Par exemple, le vendeur se fera souvent poser des questions relatives à la disponibilité, au coût et au fonctionnement des bornes de recharge.

L'amélioration de l'offre de véhicules électriques sur le marché

Alors que certains manufacturiers automobiles ont été plus lents à prendre le virage électrique, les annonces d'engagements en faveur d'une augmentation du nombre de modèles de véhicules électriques à venir se multiplient. Ces signaux du marché suggèrent que l'électrification des transports a atteint un point de non-retour dans le cas des véhicules électriques de promenade.

En parallèle, on assiste à l'émergence ou au développement d'une offre parmi les autres catégories de véhicules électriques (camions électriques, autobus électriques, etc.).

La Loi VZE

À l'instar d'États américains, telle la Californie, le Québec possède une norme véhicules zéro émission (Loi VZE) destinée à stimuler l'offre de véhicules électriques neufs disponibles auprès des concessionnaires des fabricants d'automobiles. La Loi VZE est présentée en détail à la section 3.3.2.



Les 49 modèles de véhicules de promenade hybride et zéro émission disponibles au Canada ne représentent que 18 % de l'offre totale (en termes de modèles) et moins de 2 % des ventes totales.

¹⁷ Desrosiers Auto, « Autowatch », 13 juin 2019.

3.1.2 Le prix élevé à l'achat des véhicules électriques

Un sondage Environics réalisé en 2016 pour Environnement et Changement climatique Canada confirme que le prix d'acquisition plus élevé pour les véhicules électriques, qu'ils soient hybrides ou zéro émission, demeure un obstacle majeur à l'achat pour 70 % des Québécois¹⁸. Le prix supérieur des véhicules électriques s'explique en grande partie par les batteries qui comptent pour environ la moitié du coût du véhicule. Toutefois, au cours de la prochaine décennie, des améliorations attendues dans la performance des matériaux de batterie sont susceptibles d'entraîner une diminution des coûts de production et du prix de vente des véhicules électriques. Avec les économies d'échelle ainsi générées, plusieurs experts anticipent des prix de vente semblables des véhicules électriques par rapport aux prix des véhicules conventionnels vers 2025.



Notons que les VZÉ entraînent des économies récurrentes à l'utilisation, mais celles-ci ne font généralement pas encore le poids face au prix plus élevé du véhicule. Selon l'outil de calcul fourni sur le site web d'Hydro-Québec¹⁹, le propriétaire d'un véhicule de promenade qui roule en moyenne 14 300 km par an²⁰ peut espérer faire une économie annuelle de 1 045 \$ avec un véhicule électrique à batterie par rapport à un modèle équivalent à essence (l'écart entre le coût de l'essence et des recharges de batterie)²¹. De même, on peut anticiper des économies annuelles moyennes de 237 \$ en entretien (l'écart entre 320 \$ pour un modèle à essence versus 83 \$ pour un autre modèle, zéro émission, équivalent)²².

Subventions à l'achat d'un VÉ

Les gouvernements du Québec et du Canada ont mis en place des incitatifs à l'achat ou à la location de véhicules électriques en vue d'encourager les consommateurs à en faire l'acquisition ou la location et de permettre l'atteinte de cibles de réduction de gaz à effet de serre (GES) auxquelles ils se sont engagés. Le tableau suivant offre une comparaison des volets du programme Roulez Vert du gouvernement du Québec et du programme iVZE du gouvernement du Canada (applicables à l'achat ou la location de véhicules neufs, zéro émission et hybride rechargeables).

¹⁸ TEMPLIER, Sébastien, Véhicules électriques : le Québec, toujours une société distincte, La Presse, <https://auto.lapresse.ca/auto-ecolo/201704/10/01-5087201-vehicules-electriques-le-quebec-toujours-une-societe-distincte.php>, 10 avril 2017.

¹⁹ Hydro-Québec, « Calculez les économies que vous pourriez faire avec une voiture électrique », <http://www.hydroquebec.com/electrification-transport/voitures-electriques/calculez-vos-economies.html>, 2019.

²⁰ L'Office de l'efficacité énergétique, « Rapport d'étape de l'Enquête sur les véhicules au Canada », 2008.

²¹ Basé sur l'hypothèse d'une consommation moyenne de 7,1 litres sur 100 km et à un litre d'essence à 1,30 \$ formulée par MARCON.

²² Équiterre, « Tableau comparatif des coûts d'un véhicule électrique et d'un véhicule à essence », <https://equiterre.org/publication/tableau-comparatif-des-couts-dun-vehicule-electrique-et-dun-vehicule-a-essence>, 14 août 2017.

Tableau 6

Les programmes de subvention à l'achat de véhicules électriques disponibles au Québec

Programme	Aide financière offerte
Programme Roulez Vert^{23 24} (Transition énergétique Québec)	Véhicules de promenade 100 % électrique > 8 000 \$ à l'achat ou à la location d'un véhicule neuf, prix de détail suggéré du fabricant (PDSF) inférieur à 75 000 \$ (PDSF inférieur à 60 000 \$ à compter de 2020-2021) > 3 000 \$ à l'achat ou à la location d'un véhicule neuf, PDSF entre 75 000 \$ et 125 000 \$ (aboli à compter de 2020-2021) Véhicules de promenade hybrides rechargeables > 500 \$, 4 000 \$ ou 8 000 \$ selon la capacité de la batterie, PDSF inférieur à 75 000 \$ (PDSF inférieur à 60 000 \$ à compter de 2020-2021) Véhicules électriques à basse vitesse > 1 000 \$ à l'achat d'un véhicule neuf Motocyclettes électriques > 2 000 \$ à l'achat d'un véhicule neuf Motocyclettes à vitesse limitée électriques (scooters électriques) > 500 \$ à l'achat d'un véhicule neuf Borne de recharge > 600 \$ à l'achat d'une borne à domicile (350 \$ pour les frais d'acquisition, 250 \$ pour les frais d'installation) > 50 % des dépenses d'acquisition et d'installation jusqu'à 5 000 \$ et jusqu'à 10 000 \$ dans le cas d'une borne de recharge double.
Programme iVZE²⁵ (Transport Canada)	Véhicules de promenade 100 % électrique PDSF de moins de 45 000 \$ (versions de base) PDSF d'au plus 55 000 \$ (avec options incluses) > 5 000 \$ à l'achat ou la location d'un véhicule neuf > 1 250 \$ à 3 750 \$ à la location, selon le terme Véhicules de promenade hybrides rechargeables PDSF de moins de 45 000 \$ (versions de base) PDSF d'au plus 55 000 \$ (avec options incluses) > 2 500 \$ à l'achat > 625 \$ à 1 875 \$ à la location, selon le terme
Programme de soutien au déploiement des autobus scolaires électriques²⁶ (Transports Québec)	Autobus scolaires électriques > 105 000 \$ à l'achat d'un autobus 100 % électrique neuf de type « C » ou « D » (l'aide était de 125 000 \$ jusqu'au 31 mars 2018)

²³ Transition énergétique Québec, « Découvrez les véhicules électriques, www.vehiculeselectriques.gouv.qc.ca, 2019.

²⁴ Gouvernement du Québec, « Budget 2019-2020 – Plan budgétaire », mars 2019.

²⁵ Transport Québec, « Soutien au déploiement des autobus scolaires électriques », www.tc.gc.ca/fr/services/routier/technologies-novatrices/vehicules-zero-emission.html, consulté le 15 février 2019.

²⁶ Transport Québec, « Véhicules zéro émission », www.transports.gouv.qc.ca/fr/aide-finan/electrification/soutien-deploiement-autobus-scolaires/Pages/autobus-scolaires.aspx, consulté le 15 février 2019.

3.1.3 L'appréhension des consommateurs face à l'autonomie du véhicule électrique

Aujourd'hui, la plupart des automobiles de promenade, zéro émission, neuves disponibles au Canada ont une autonomie minimale de 200 km²⁷, ce qui convient aux déplacements usuels de la vaste majorité des usagers puisque la distance moyenne parcourue par les véhicules légers au Québec est de 39,18 km par jour²⁸. De façon générale, les propriétaires de véhicules électriques peuvent se limiter aux recharges nocturnes à la maison sans risquer de compromettre leurs déplacements.

L'appréhension face à l'autonomie du véhicule électrique demeure un frein à son achat. Notons que différentes situations peuvent contribuer à réduire l'autonomie théorique de la batterie :

- > Les températures extérieures excessives (froid, chaleur);
- > L'usage important d'équipements électriques (chaufferette, climatiseur);
- > Le véhicule resté inutilisé pendant plusieurs jours consécutifs;
- > La batterie approche la fin de sa durée de vie utile (nombre élevé de cycles de décharge et de recharge).

Notons également que la recharge à domicile peut présenter dans certains cas son lot de défis. Les contraintes d'espace et l'absence de places de stationnements privés dans les quartiers centraux de certaines villes comme Montréal ou Québec sont peu propices à l'installation de bornes de recharge privées. De même, les complexes résidentiels existants (ex. : immeubles à condos, immeubles locatifs) n'ont en général pas été conçus pour accueillir de multiples bornes de recharge. Leur installation peut présenter des défis et comporter des coûts très élevés. Une révision imminente du Code du bâtiment du Québec jumelée à de nouvelles technologies permettra sous peu de réduire ces coûts considérablement. Le partage de bornes communautaires dans ces bâtiments est aussi une autre alternative considérée comme facilitante et économique.

Le développement du réseau de bornes de recharge publiques

Afin d'aider à dissiper les craintes associées à l'autonomie de la batterie, Hydro-Québec a mis en place Circuit électrique, un réseau qui compte en ce moment, au Québec, plus de 1 800 bornes de recharge publiques (dont 180 bornes rapides)²⁹. Le Circuit électrique poursuit le déploiement de son réseau d'année en année.

La société d'État est en attente de l'approbation de la Régie de l'énergie pour l'ajout de 1 600 bornes rapides additionnelles d'ici 2027³⁰.



3.1.4 Les connaissances insuffisantes des acheteurs

Les véhicules électriques sont encore très récents dans l'histoire du transport et ce mode de transport est relativement peu connu des acheteurs. Ainsi, le manque de connaissances relatives au fonctionnement du véhicule électrique et à la gestion de la charge de la batterie représente un frein à l'achat tant pour les particuliers que pour les gestionnaires de parcs de véhicules (ex. : entreprises de transport scolaire, entreprises de livraison en milieu urbain, etc.).

Projet pilote avec des écoles de conduite sur l'enseignement des véhicules électriques

Dans son budget de 2019-2020, le gouvernement du Québec a alloué une enveloppe de 4,5 M\$ à la réalisation d'un projet pilote sur deux ans, touchant près d'une trentaine d'écoles de conduite. L'initiative vise à sensibiliser les nouveaux conducteurs à l'utilisation de véhicules électriques par les cours de conduite³¹. En misant sur des partenariats avec les écoles de conduite, cette mesure constitue une nouveauté.

²⁷ Plug'n Drive, « Electric Car Catalogue », mars 2019.

²⁸ L'Office de l'efficacité énergétique, « Rapport d'étape de l'Enquête sur les véhicules au Canada », <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/statistiques/evc08/chapitre2.cfm?attr=0>, 2008.

²⁹ Hydro-Québec, « Le Circuit électrique inaugure une superstation de recharge rapide pour les véhicules électriques à Lachute », <http://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiques-de-presse/1515/circuit-electrique-superstation-lachute-autoroute/>, 25 juin 2019.

³⁰ COUTURE, Pierre, « Le Circuit électrique demeurera déficitaire pour longtemps », *Journal de Montréal*, <https://www.tvanouvelles.ca/2019/03/14/le-circuit-electrique-demeurera-deficitaire-pour-longtemps-1>, 14 mars 2019.

³¹ Gouvernement du Québec, « Budget 2019-2020 - Plan budgétaire », mars 2019.

3.1.5 Le coût élevé de l'électrification des lignes ferroviaires existantes

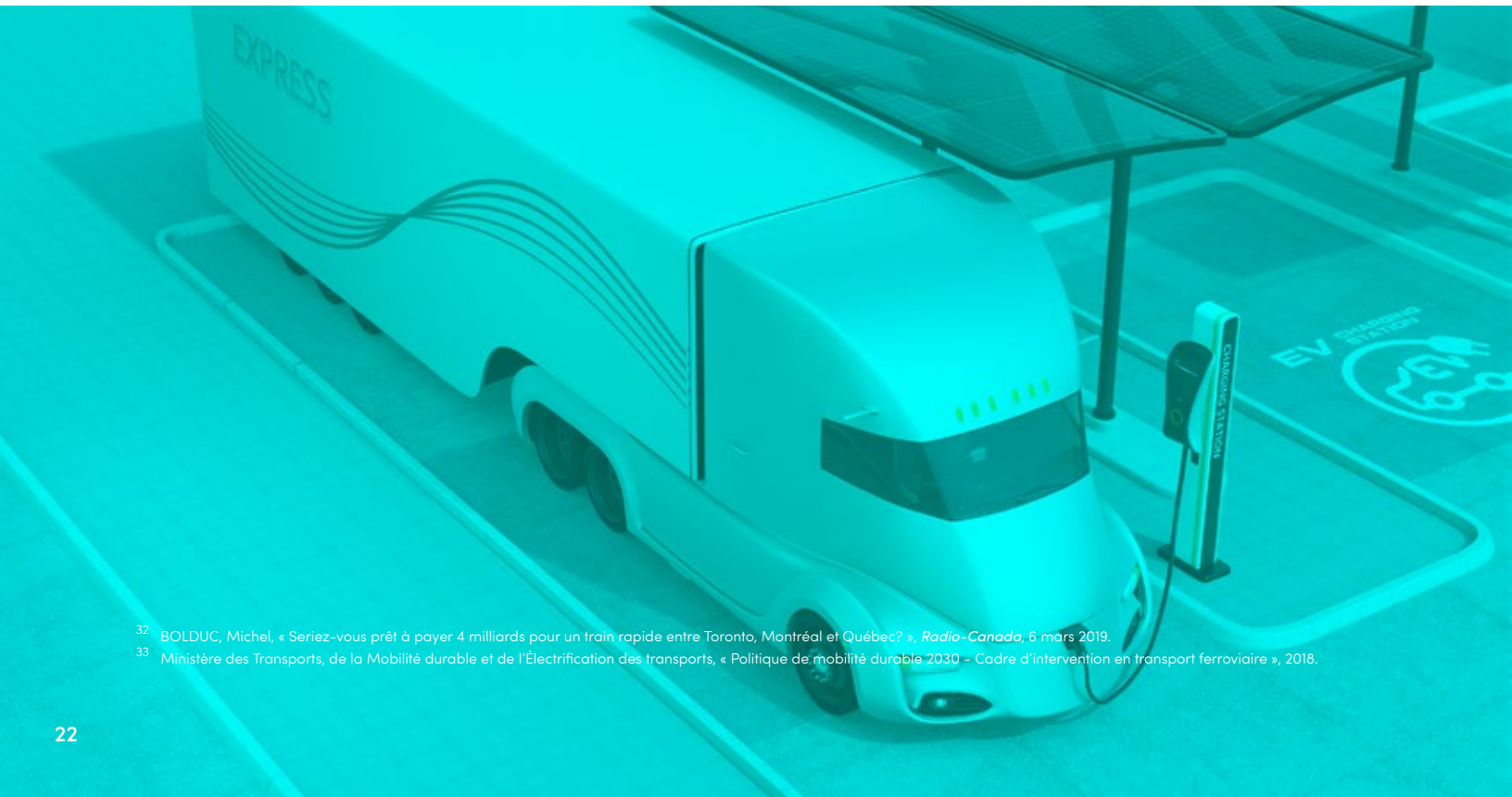
À l'heure actuelle, l'électrification des voies ferrées des réseaux du Canadien National (CN) et du Canadien Pacifique ne constitue pas une priorité. De tels travaux exigeraient des investissements significatifs, entre autres pour revoir l'infrastructure de signalisation en vue de prévenir les risques d'interférences sur le système de communication.

Dans le cadre de son projet de train à grande fréquence, VIA Rail envisage la revitalisation de tronçons existants abandonnés ou peu utilisés afin de créer une voie distincte de celle du CN dans le corridor Québec-Windsor et ainsi améliorer la fréquence et la vitesse des trains. Notons ici que VIA Rail utilise les voies du Canadien National où le passage des trains de marchandises a toujours priorité sur ceux de passagers. Selon les calculs de VIA Rail, le scénario de l'électrification de cette nouvelle ligne coûterait 6 milliards \$, soit 50 % de plus qu'un chemin de fer classique³². Un tel investissement ne peut être justifié sur la seule base des gains environnementaux. D'une part, le transport ferroviaire est déjà reconnu comme un des modes de transport les plus verts au Canada. Il ne génère que 1 % des émissions de GES au pays³³. D'autre part, la nouvelle génération de trains au diesel émet nettement moins de GES et procure des gains environnementaux significatifs à plus faible coût.

Le développement de nouvelles lignes de métro, de trains légers et de tramways électrifiées

Au cours des prochaines années, l'électrification du réseau ferroviaire au Québec passera plutôt par le développement de nouvelles infrastructures dédiées au transport de passagers soit les suivantes :

- > Le projet de système léger sur rail du Réseau express métropolitain (REM) de la Caisse de dépôt et placement du Québec (CDPQ Infra) (67 stations réparties sur une distance de 67 km avec une mise en service prévue en 2021) à Montréal et les environs;
- > Le prolongement de la ligne bleue du métro de Montréal (5 nouvelles stations sur une distance de 5,8 km avec une mise en service prévue en 2026) sur l'île de Montréal;
- > Le projet de tramway à Québec (réseau d'une longueur de 23 km avec une mise en service prévue en 2026).



³² BOLDUC, Michel, « Seriez-vous prêt à payer 4 milliards pour un train rapide entre Toronto, Montréal et Québec? », *Radio-Canada*, 6 mars 2019.

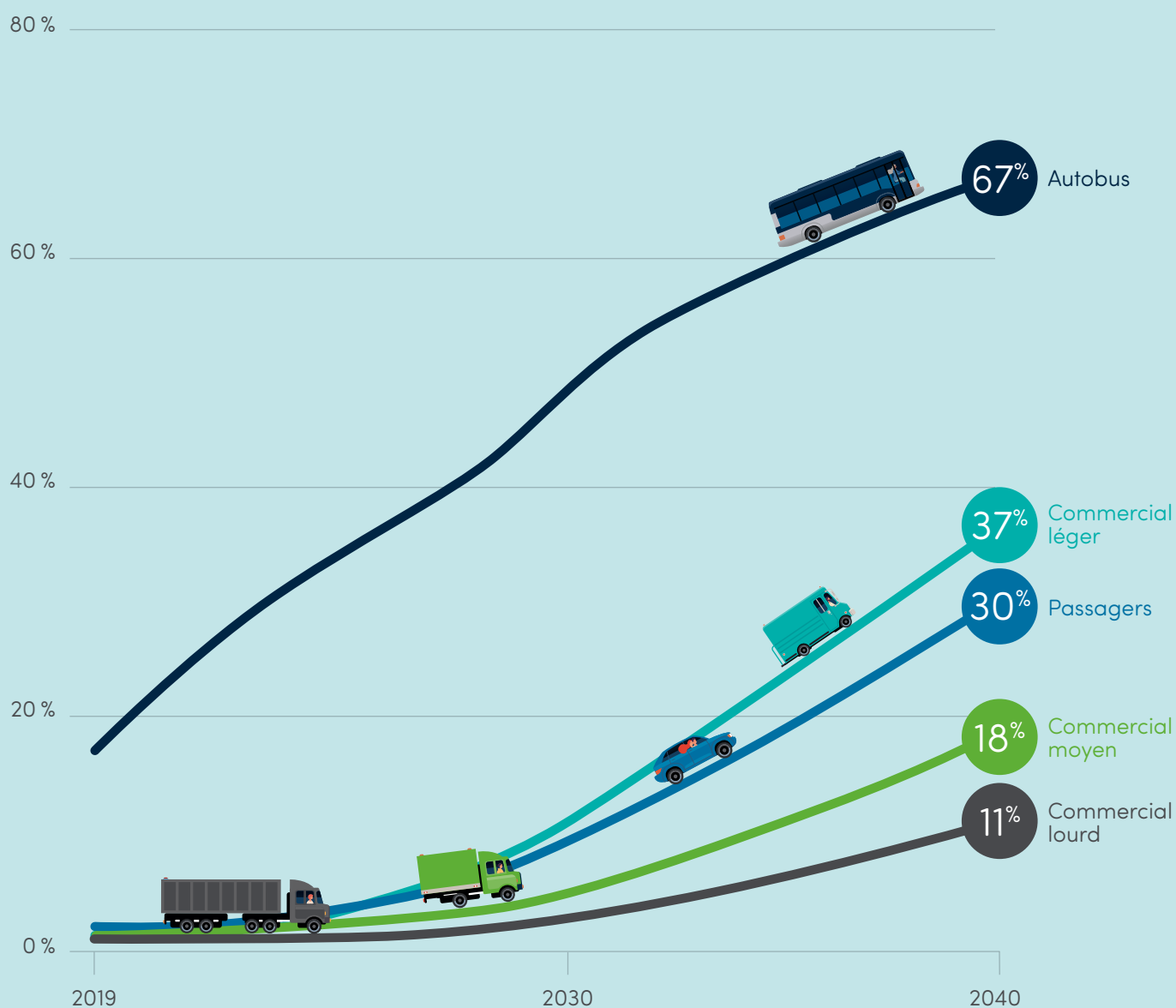
³³ Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports, « Politique de mobilité durable 2030 – Cadre d'intervention en transport ferroviaire », 2018.

3.2 — Tendances et prévisions mondiales pour les véhicules électriques et les bornes de recharge

Le schéma suivant permet de comparer, à l'échelle mondiale, la situation actuelle et l'évolution attendue d'ici 2040 en matière d'électrification des transports, ceci par catégories de véhicules électriques.

Schéma 3

Les perspectives d'électrification des parcs d'autres catégories de véhicules 2019 à 2040 (en % du parc mondial de véhicules)



Source : BloombergNEF, « Electric Vehicle Outlook 2019 », 2019.

3.2.1 Les autobus urbains et interurbains

Selon l'Agence Bloomberg New Energy Finance, l'électrification des parcs d'autobus urbains a une longueur d'avance sur les autres segments du marché avec un peu moins de 20 % des autobus mis en service qui sont déjà électriques à l'échelle mondiale. Ces données sont d'ailleurs influencées en bonne partie par la Chine qui ne met que des autobus zéro émission en service depuis déjà quelques années. Cette avance du segment des autobus urbains devrait s'accroître au cours des deux prochaines décennies pour atteindre 67 % en 2040, toujours selon Bloomberg New Energy Finance.

En effet, les parcs chinois d'autobus urbains hybrides et électriques sont estimés respectivement à 55 500 et à 314 500 unités, ce qui place la Chine loin devant au premier rang³⁴. En comparaison, les autobus électriques des sociétés de transport urbain des États-Unis, du Japon et des pays de l'Union européenne combinés ne comptaient que 2 100 unités en 2018³⁵.

Par ailleurs, l'adoption massive d'autobus urbains électriques en Chine a été rendue possible grâce à une vision intégrée et des investissements massifs visant la pénétration de ce type de véhicule au sein du parc d'autobus en vue de les rendre accessibles au même prix que les autobus à essence³⁶. Pour la seule année de 2015, les subventions allouées à l'achat d'autobus électriques représentaient l'équivalent de 8,4 milliards USD³⁷.

Pour sa part, le gouvernement du Québec a déjà déterminé qu'à compter de 2025, seuls les autobus urbains électriques à batterie seront subventionnés par l'État, subvention qui représente plus de 70 % du coût d'acquisition de ces véhicules par les sociétés de transport collectif.

3.2.2 Les camions

Pour le moment, les données relatives à ce segment de marché apparaissent peu documentées. Par contre, selon différents experts, les camions légers et moyens électriques présenteraient un potentiel de croissance important en raison d'économies prenant en compte le coût d'acquisition et les frais d'exploitation de ces véhicules durant l'ensemble du cycle de vie utile des véhicules. La croissance de ce marché dépendra toutefois de l'évolution de la capacité des fournisseurs à offrir une variété de modèles répondants aux besoins de l'industrie.

Par ailleurs, de plus en plus, la circulation de camions lourds est limitée, voire interdite, dans les quartiers centraux des mégapoles pour faire place à des « *hubs logistiques urbains*³⁸ » en périphérie de celles-ci. Les marchandises destinées aux centres urbains y sont laissées pour être ensuite consolidées par zone urbaine où elles seront acheminées par camions de poids moyen. La popularité croissante de cette pratique pourrait avoir un effet positif sur la croissance des camions de poids moyen électrique de ce segment de marché. La politique d'électrification du transport au Québec encourage d'ailleurs ce type d'initiative³⁹.

3.2.3 Les automobiles de promenade (incluant VUS et camions légers)

Parmi les autres catégories de véhicules, les ventes d'automobiles de promenade électriques devraient connaître la plus forte croissance à l'échelle mondiale après les autobus électriques. Plus précisément, selon Bloomberg New Energy Finance ces derniers représenteront 30 % du parc de véhicules privés pour passagers à l'horizon de 2040⁴⁰.

Tel qu'illustré dans le schéma suivant, le parc mondial de véhicules de promenade rechargeables et à zéro émission a connu une importante croissance depuis le début de la décennie. De la même manière que pour les autobus, la Chine est de loin la principale locomotive de l'électrification des transports à l'échelle de la planète.

³⁴ OECD/IEA, « Global EV Outlook 2018 », 2018.

³⁵ OECD/IEA, « Global EV Outlook 2018 », 2018.

³⁶ Chambre de Commerce du Montréal métropolitain, « Positionner le Québec et sa métropole comme leaders des transports électriques et intelligents », 2019.

³⁷ OECD/IEA, « Global EV Outlook 2018 », 2018.

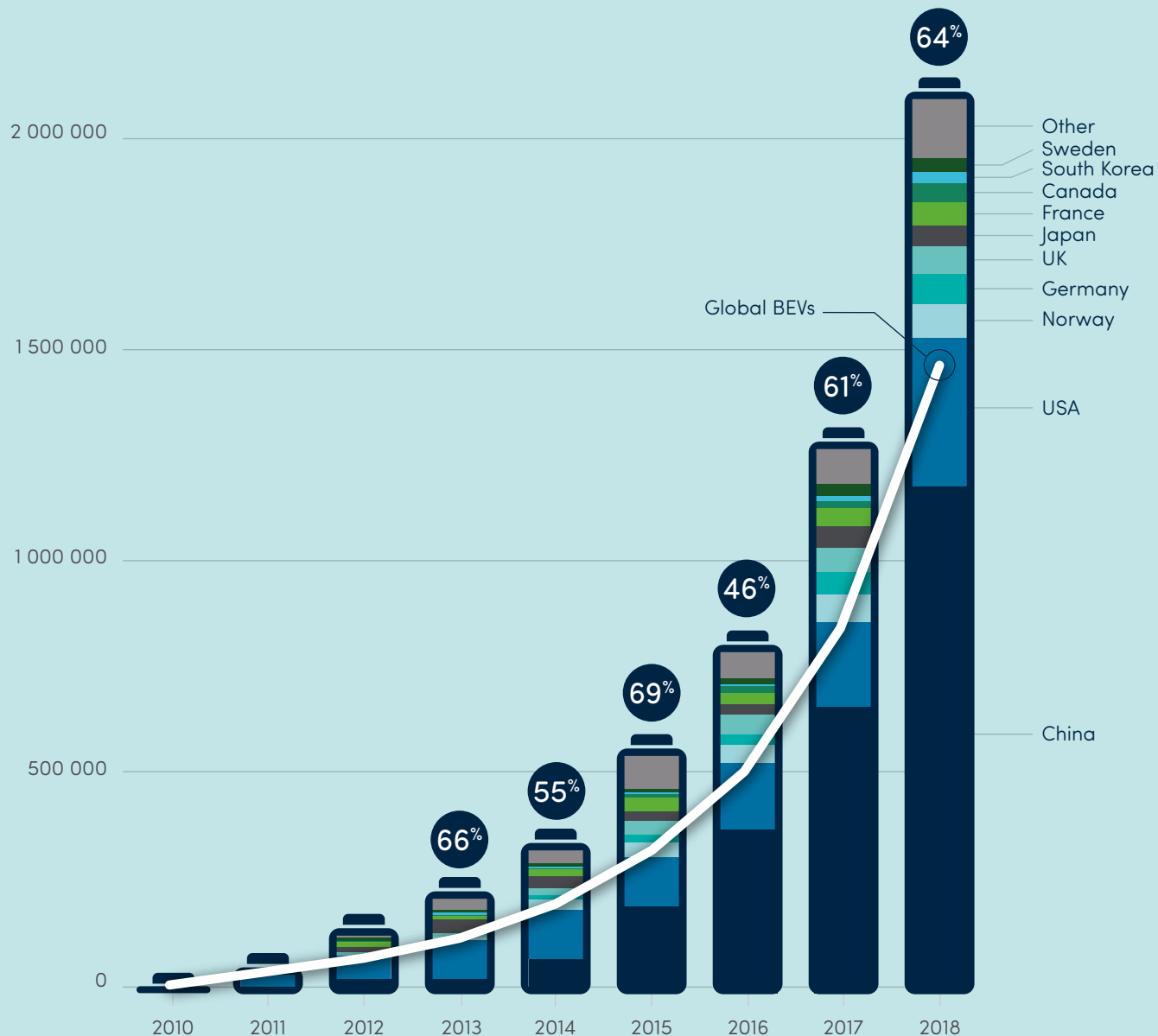
³⁸ Il s'agit de centres de consolidation et de transbordement de marchandises en périphérie d'une grande agglomération urbaine mettant à contribution les camions de poids moyen pour l'acheminement des biens, là où les camions lourds ne peuvent circuler.

³⁹ Transport Québec, « Transporter le Québec vers la modernité - Politique de mobilité durable - 2030 », 2018.

⁴⁰ BloombergNEF, « Electric Vehicle Outlook 2019 », 2019.

Schéma 4

Croissance des ventes de véhicules de promenade électriques par pays, 2010 à 2018 (en % d'augmentation des ventes annuelles)



Source : EV Volumes.com - The Electric Vehicle World Sales Database, « Global EV sales for 2018 - Final Results », 2019.

Ce virage marqué de la Chine vers l'électrification des transports tient au fait que ce pays souhaite non seulement réduire ses émissions de GES et ainsi résoudre ses problèmes de santé publique liés à la piètre qualité de l'air de plusieurs de ses grandes villes, mais aussi prendre le leadership d'une filière industrielle en croissance.

À la fin de 2018, le parc mondial de véhicules électriques et le nombre de véhicules vendus pour l'année en cours étaient estimés respectivement à 5,6 M et à 2,2 M d'unités⁴¹. Le tableau suivant présente la répartition des parts de marché par pays.

⁴¹ EV Volumes.com, « The Electric Vehicle World Sales Database, Global EV sales for 2018 - Final Results », 2019.

Tableau 7

Parc mondial de véhicules de promenade hybrides et à zéro émission et nombre d'unités vendues, 2018

Pays	Parc total de véhicules électriques au 31 décembre 2018		Nombre d'unités vendues au 31 décembre 2018	
Chine	2 610 000	46,5 %	1 256 000	56,0 %
États-Unis	1 102 450	19,6 %	361 310	16,1 %
Norvège	298 210	5,3 %	86 340	3,8 %
Japon	246 390	4,4 %	52 010	2,3 %
France	204 520	3,6 %	53 750	2,4 %
Royaume-Uni	185 850	3,3 %	59 910	2,7 %
Pays-Bas	145 880	2,6 %	29 190	1,3 %
Allemagne	141 690	2,5 %	67 500	3,0 %
Canada	89 740	1,6 %	43 000	1,9 %
Suède	77 810	1,4 %	28 330	1,3 %
Corée du Sud	57 410	1,0 %	32 000	1,4 %
Espagne	42 230	0,8 %	13 890	0,6 %
Suisse	34 680	0,6 %	9 490	0,4 %
Autres pays	374 000	6,7 %	150 000	6,7 %
Total	5 610 860	100 %	2 242 720	100 %

Source : EV Volumes.com, The Electric Vehicle World Sales Database, « Global EV sales for 2018 – Final Results », 2019.

Notons que les données pour 2018 de Mobilité Électrique Canada (MEC) diffèrent légèrement de celles produites par EV Volumes avec un décompte du parc total canadien estimé à 93 091, une part de marché mondial à 2,2 % et un total de 44 175 véhicules électriques vendus en 2018⁴². Toujours selon MEC, le Québec avec 17 557 véhicules électriques vendus en 2018, compte pour près de 40 % du total canadien⁴³.

Un nombre de plus en plus important de pays et d'états avancent des cibles en vue de l'interdiction complète d'utiliser des véhicules munis de moteurs à combustion interne sur leur territoire ou la vente de ceux-ci.

⁴² Electric Mobility Canada, « Electric Vehicle Sales in Canada in 2018: A phenomenal record-breaking year », 2019.

⁴³ Idem.

Voici quelques exemples de pays et états ayant annoncé une telle interdiction :

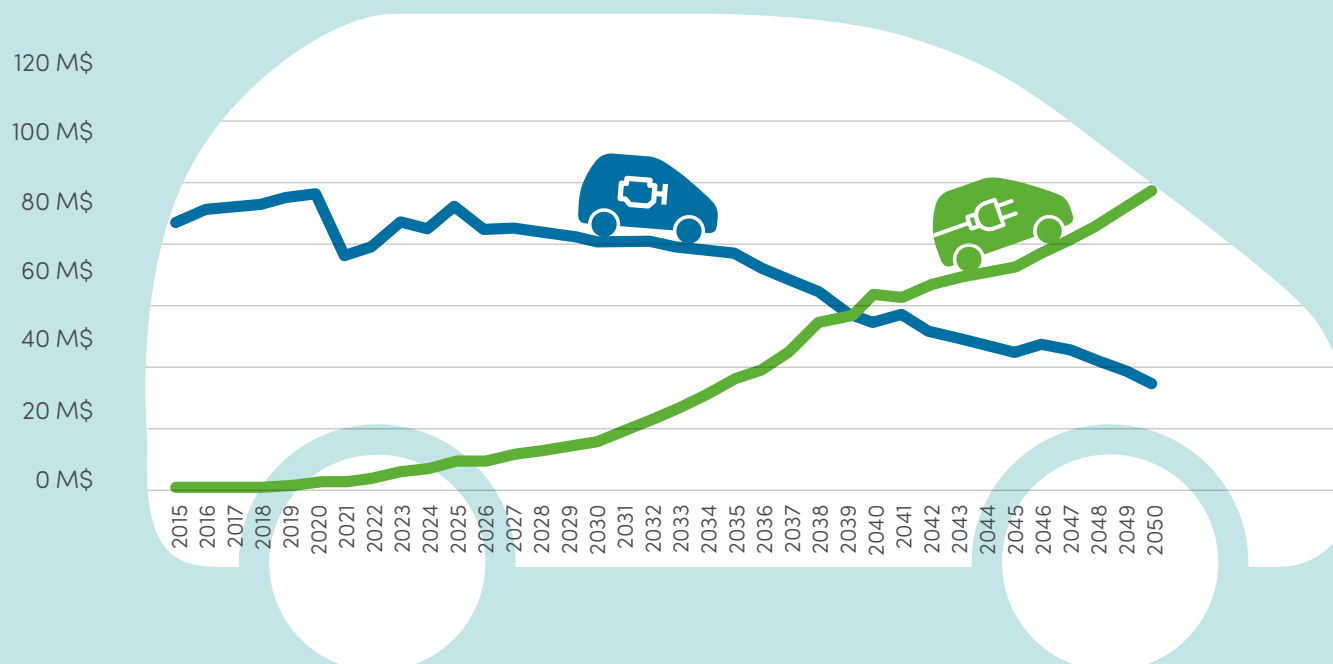
Année d'interdiction	Pays / État
2021	Costa Rica
2025	Norvège
2030	Danemark, Irlande, Israël, Pays-Bas, Slovénie
2032	Écosse
2040	Canada, Californie, France, Royaume-Uni, Sri Lanka
2045	Allemagne, Suède
2050	Connecticut, Maryland, Massachusetts, New York, Oregon, Rhode Island, Vermont

En réponse à cette tendance, les fabricants de véhicules automobiles de la planète multiplient les engagements à électrifier une part croissante de leur offre.

Le scénario d'avenir qui semble faire consensus suggère une croissance soutenue des ventes de véhicules électriques de promenade accompagnée d'un recul des ventes de véhicules à moteur à combustion interne à partir de 2025.

Schéma 5

Ventes mondiales de véhicules de promenade, 2015 à 2050 (en million d'unités par année)



Sources : Ward's, ACEA, CAAM et prévisions de Morgan Stanley (à compter de 2017).

À l'horizon de 2039, il est attendu que les ventes de véhicules de promenade électriques dépassent celles de véhicules à moteur à combustion interne.

3.2.4 Les motos et quads

Le parc mondial de motos et de quads électriques est estimé à 900 millions de véhicules et se trouve en presque totalité en Asie, et principalement en Chine⁴⁴. Ici encore, des politiques du gouvernement chinois mises en place dès 1999 sont à l'origine du développement de ce marché.

3.2.5 Autres catégories de véhicules

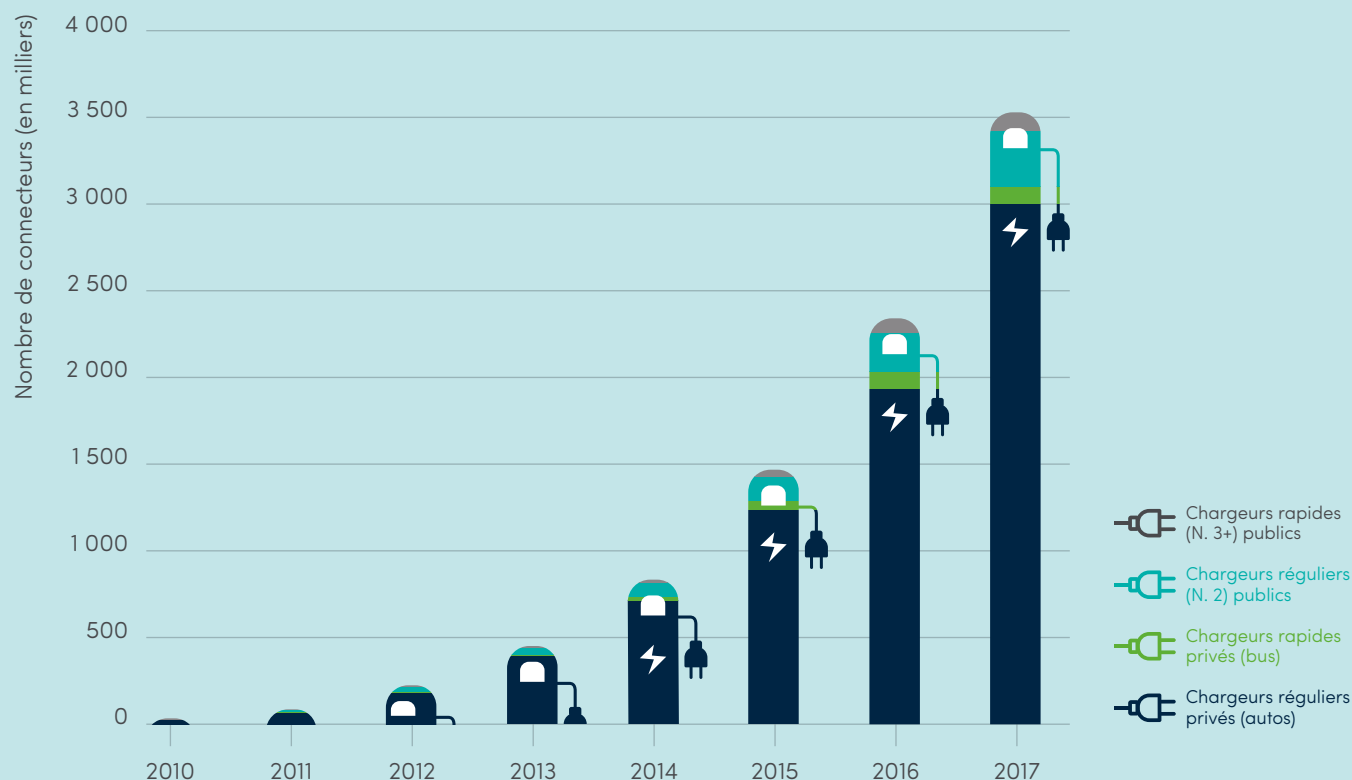
Les statistiques relatives à l'électrification d'autres catégories de véhicules (ex. : ambulances, motoneiges, motomarines, trains, métros, tramways, vélos...) ne sont pas publiquement disponibles pour ces produits de niche. Avec l'exception des chariots élévateurs et des navettes utilisées à l'intérieur de bâtiments, la part des véhicules électriques dans ces segments de marché demeure très faible.

3.2.6 Les bornes de recharge

À l'échelle mondiale, on observe une très forte croissance du nombre de bornes de recharges, passant d'un nombre marginal en 2010 à 3,5 millions en 2017⁴⁵. Comme le montre le schéma suivant, la très grande majorité des bornes sont des bornes à recharge lente (bornes de niveau 2).⁴⁶

Schéma 6

Évolution du parc mondial de bornes de recharge électriques 2010 à 2017



Source : OECD/IEA, « Global EV Outlook 2018 », 2018.

⁴⁴ OECD/IEA, « Global EV Outlook 2018 », 2018.

⁴⁵ Idem.

⁴⁶ Les bornes de niveau 1 (110V-120V) n'existent qu'en Amérique du Nord et sont utilisées principalement pour des situations d'urgence lorsque les propriétaires n'ont pas accès à d'autres bornes.

3.3 —

Mesures gouvernementales liées à l'électrification des transports au Québec

Un ensemble de mesures en appui à l'électrification des transports ont été mises en œuvre par les gouvernements du Canada, du Québec et par certaines municipalités. Cette section présente un résumé de ces mesures.

3.3.1 Gouvernement du Canada

Le gouvernement du Canada n'a pas développé de stratégie officielle d'électrification des transports. Par contre, dans la foulée de l'annonce du programme iVZE de Transport Canada (décrit sommairement au tableau 6) entré en vigueur le 1^{er} mai 2019, des cibles fédérales d'électrification ont été dévoilées, soit l'atteinte de 10 % des ventes de véhicules neufs en 2025, 30 % en 2030 et 100 % en 2040⁴⁷. Pour atteindre ces cibles, le gouvernement du Canada a mis en place un programme incitatif à l'achat de véhicules électriques (300 millions \$ sur 3 ans)⁴⁸ ainsi qu'un programme d'investissement pour le déploiement d'infrastructures pour les véhicules électriques et les carburants de remplacement. Au total, la somme de 96,4 millions \$ est prévue pour soutenir le déploiement d'un réseau pancanadien de différents types de stations⁴⁹ :

- > Stations de recharge pour véhicules électriques;
- > Stations de ravitaillement au gaz naturel le long de principaux corridors de transport;
- > Stations de ravitaillement à l'hydrogène dans les grandes zones métropolitaines.

3.3.2 Gouvernement du Québec

Dans le cadre du Plan d'action 2013–2020 sur les changements climatiques, le gouvernement du Québec établit à 25 % la cible concernant les nouveaux véhicules de promenade (hybrides rechargeables ou zéro émission) vendus au Québec en 2020⁵⁰. L'objectif original d'électrification des transports fixé en 2011 visait la présence de 300 000 véhicules électriques sur les routes de la province d'ici 2020, cette cible a toutefois été revue à 100 000 en 2014.



Source : Centre de gestion de l'équipement roulant

Intitulé *Propulser le Québec par l'électricité*, le Plan d'action en électrification des transports 2015–2020 met en place des moyens pour atteindre cet objectif. Au total, 35 mesures regroupées en fonction de trois orientations présentées ci-dessous sont déployées :

- > Favoriser les transports électriques;
- > Développer la filière industrielle;
- > Créer un environnement favorable.

⁴⁷ BARIL, Hélène, « Ottawa monte dans l'automobile électrique », La Presse, <https://www.lapresse.ca/affaires/economie/transports/201901/24/01-5212191-ottawa-monte-dans-lautomobile-electrique.php>, 24 janvier 2019.

⁴⁸ Transport Canada, « Le gouvernement du Canada investit dans les véhicules zéro émission », <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/le-gouvernement-du-canada-investit-dans-les-vehicules-zero-emission-859408559.html>, 17 avril 2019.

⁴⁹ Ressources naturelles Canada, « Initiative pour le déploiement d'infrastructures pour les véhicules électriques et les carburants de remplacement », <https://www.rncc.gc.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-pour-les-transports-et-carburants-de-remplacement/initiative-deploiement-dinfrastructures-vehicules-electriques-carburants-de-18353>, 17 mai 2019.

⁵⁰ Gouvernement du Québec, « Le Québec en action vert 2020 », 2012.

Ces moyens touchent le transport collectif, le transport individuel, le développement économique, la recherche et développement et bien d'autres secteurs d'activité⁵¹.

Transition énergétique du Québec (TEQ), une société d'État créée en 2017 pour accompagner le Québec dans sa transition énergétique, sobre en carbone, a lancé en 2018 son Plan directeur 2018-2023. Pour répondre aux attentes du gouvernement du Québec en matière de transition énergétique, ce plan directeur établit des objectifs qui concernent le transport routier dans un horizon établi à 2030.

Ces objectifs, dont plusieurs visent le développement des infrastructures de recharge, sont présentés ci-dessous⁵² :

Objectif 1

Miser sur les outils économiques pour mieux gérer la demande dans le secteur du transport

- Réaliser une étude exhaustive sur l'utilisation d'outils économiques pour favoriser l'adoption de comportements écoénergétiques ou pour contribuer au financement de la transition énergétique.

Objectif 2

Accélérer l'utilisation d'énergie à plus faible empreinte carbone et utiliser les véhicules plus efficacement

- Poursuivre les efforts en électrification des transports, puis commencer une nouvelle phase (programme Roulez Vert, Norme VZE).
- Publier une stratégie de déploiement d'infrastructures de recharge pour les véhicules électriques.
- Accélérer le déploiement des infrastructures de recharge rapide.
- Déployer des infrastructures de recharge dans les stationnements des logements multiples et en bordure des rues.
- Poursuivre le programme Roulez vert – volet Branché au travail.
- Proposer des modifications réglementaires pour prévoir l'installation d'infrastructures de recharge, ou l'accès à celles-ci, dans tous les nouveaux bâtiments.

- Lancer un projet pilote pour la recharge dans les parcs de véhicules.
- Réaliser une étude exhaustive sur les carburants de remplacement (incluant l'électricité) selon une approche cycle de vie et statuer sur les filières énergétiques porteuses pour la transition énergétique.

La Loi VZE

Le 26 octobre 2016, le gouvernement du Québec adoptait la *Loi visant l'augmentation du nombre de véhicules automobiles zéro émission au Québec* (aussi appelée Norme VZE) afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants. Cette Loi vise à augmenter l'offre d'automobiles zéro émission, à réduire le temps d'attente pour se procurer un véhicule électrique et à augmenter la présence de modèles zéro émission dans les salles d'exposition des concessionnaires. À plus long terme, on souhaite favoriser l'adoption des véhicules électriques en vue de contribuer à la réduction des émissions de GES. Cette Loi est inspirée de la Norme VZE en vigueur en Californie depuis plusieurs années et qui s'applique également aux véhicules légers (excluant les motocyclettes et les cyclomoteurs) autorisés à circuler sur la voie publique.

Depuis l'entrée en vigueur de la Loi VZE en janvier 2018, les constructeurs automobiles qui distribuent leurs produits dans la province doivent offrir un minimum de 3,5 %⁵³ de véhicules zéro émission (VZÉ) au Québec, sous peine de pénalités financières. Ce pourcentage est susceptible d'augmenter avec les années. Les cibles de ventes de véhicules zéro émission, déterminées par le gouvernement, sont transposées sous forme de crédits. Chaque vente ou location d'un VZÉ reconnu par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) rapporte des crédits dont le nombre varie en fonction de l'autonomie en mode électrique du véhicule. Plus celui-ci est autonome, plus le constructeur obtiendra de crédits, ce qui diminuera le nombre de VZÉ qu'il devra vendre pour atteindre sa cible.

⁵¹ MARCON, « Étude d'impact de l'électrification des transports sur la main-d'œuvre dans l'industrie électrique et électronique, phase 1 », mai 2017.

⁵² Transition énergétique Québec, « Plan directeur 2018-2023 », 2018.

⁵³ Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, « Analyse d'impact réglementaire du règlement d'application de la Loi visant l'augmentation du nombre de véhicules automobiles zéro émission au Québec afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants », <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/vze/AIR-reglement201712.pdf>, décembre 2017.

Comme en Californie, les petits constructeurs ne sont pas assujettis⁵⁴ et les constructeurs les plus performants pourront profiter de la vente de leurs crédits excédentaires à d'autres, qui pourront en acheter pour éviter de payer les redevances prévues par le règlement, ou encore les conserver pour leurs besoins futurs. Cette loi s'applique aux constructeurs de 99 % des véhicules légers vendus au Québec.

3.3.3 Les municipalités du Québec

Presque toutes les grandes villes du Québec, ainsi que plusieurs de plus petite taille, se sont dotées de *plans verts* précisant les différentes mesures mises de l'avant en faveur de l'environnement. Bien qu'on remarque une grande disparité parmi les *plans verts* d'une municipalité à l'autre, la plupart contiennent une composante « transport » qui s'adresse typiquement à la réduction des émissions de GES du parc de véhicules municipaux (incluant les autobus de transport urbain).

⁵⁴ Par exemple, Jaguar/Land Rover, Volvo, Tesla, Ferrari/Maserati, ... sont exempts.

L'impact de l'électrification des transports pour les entreprises québécoises

04



4.1 —

Les chaînes de valeur des véhicules électriques et des bornes de recharge du Québec

La chaîne de valeur des véhicules électriques, qui est illustrée dans le schéma suivant et qui est expliquée en détail par la suite, permet de situer les composantes, les pièces et les sous-produits clés, les types de véhicules fabriqués au Québec, ainsi que les différentes catégories d'entreprises impliquées et leur(s) rôle(s) au sein de la chaîne.

Schéma 7

Chaîne de valeur relative à l'industrie des véhicules électriques au Québec



* Moteur électrique, réducteurs de vitesse, trains d'engrenage, électronique de puissance (convertisseurs).

Source : Marcon, 2019.

Composantes

Au Québec, on peut identifier des activités de recherche et de fabrication de matériel de batterie, de même que la fabrication de câbles électriques, au sein de la chaîne de valeur relative à l'industrie des véhicules électriques. Les semi-conducteurs et autres composantes électriques et électroniques ne sont pas fabriqués au Québec. Certains distributeurs établis au Québec importent ces produits (généralement d'Asie).

Pièces et sous-produits

Plusieurs entreprises établies au Québec se spécialisent dans la conception et la fabrication de différentes pièces et sous-produits clés à la fabrication de véhicules électriques :

- > Batterie/système de gestion de batterie;
- > Groupe motopropulseur (moteur électrique, réducteurs de vitesse, trains d'engrenage, électronique de puissance [convertisseurs]) et systèmes de gestion de l'énergie;
- > Systèmes de stockage de l'énergie;
- > Systèmes de gestion thermique;
- > Capteurs du moteur électrique;
- > Chargeurs embarqués.

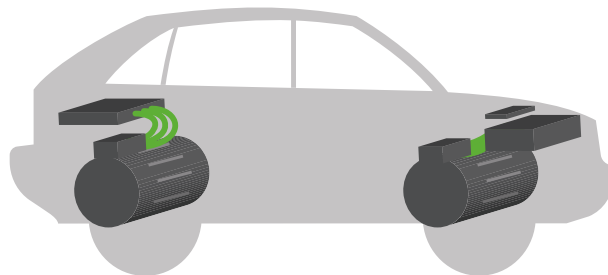
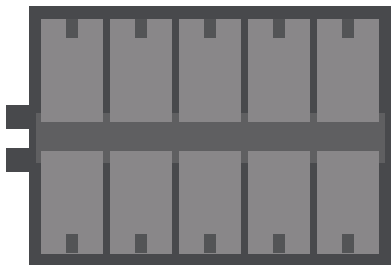
En complément, des distributeurs locaux assurent l'approvisionnement de ce type de pièces et sous-produits, alors que d'autres pièces sont uniquement importées (ex. : optocoupleurs, câbles-connecteurs).

Technologies de l'information (TI) (Logiciels spécialisés)

Le territoire québécois comprend plusieurs firmes impliquées dans la conception et le développement de logiciels embarqués et de logiciels d'application (interfaces personne-machine). Ces logiciels sont intégrés aux pièces et aux sous-produits lors de leur fabrication ou lors de l'assemblage du véhicule électrique.

Véhicules électriques

Les catégories identifiées au schéma suivant comprennent tous les types de véhicules assemblés ou transformés au Québec⁵⁵, qu'ils soient électrifiés ou non. Environ la moitié de ces manufacturiers proposent déjà des véhicules électriques. Il ne se fabrique plus de véhicules de promenade au Québec bien qu'une entreprise recherche actuellement du financement pour ce faire : DUBUC Motors. Toutefois, de nombreux concessionnaires automobiles représentent pratiquement toutes les grandes marques disponibles en Amérique du Nord. Ils offrent de plus le service après-vente et l'entretien mécanique.



⁵⁵ Alors que certains manufacturiers assemblent des véhicules entiers (ex. La Compagnie Électrique Lion et Paccar), d'autres utilisent des châssis fabriqués à l'extérieur de la province et les transforment en véhicules utilitaires (ex. DEMERS Ambulances et Girardin).

Manufacturiers de véhicules routiers au Québec

 Manufacturiers de véhicules électriques	Types de véhicules	Classes	Manufacturiers de véhicules à essence 
	Motos	1	
	Ambulances	3	
 	Autobus scolaire	4	
	Camions	5	
	Camions à nacelle	5	
	Camions à ordures	7	
	Camions lourds	8	
	Autobus urbain / interurbain	8	
	Camions de pompier	8	 

Source : MARCON, 2019.

Le schéma précédent identifie les entreprises québécoises qui fabriquent des véhicules hors route, qu'ils soient électrifiés ou non. La majorité propose des véhicules électriques. Ce schéma comprend également des manufacturiers qui fournissent des véhicules aux gestionnaires de parcs de véhicules, telles les sociétés de services de transport urbain.

Schéma 9
Manufacturiers de véhicules hors route au Québec

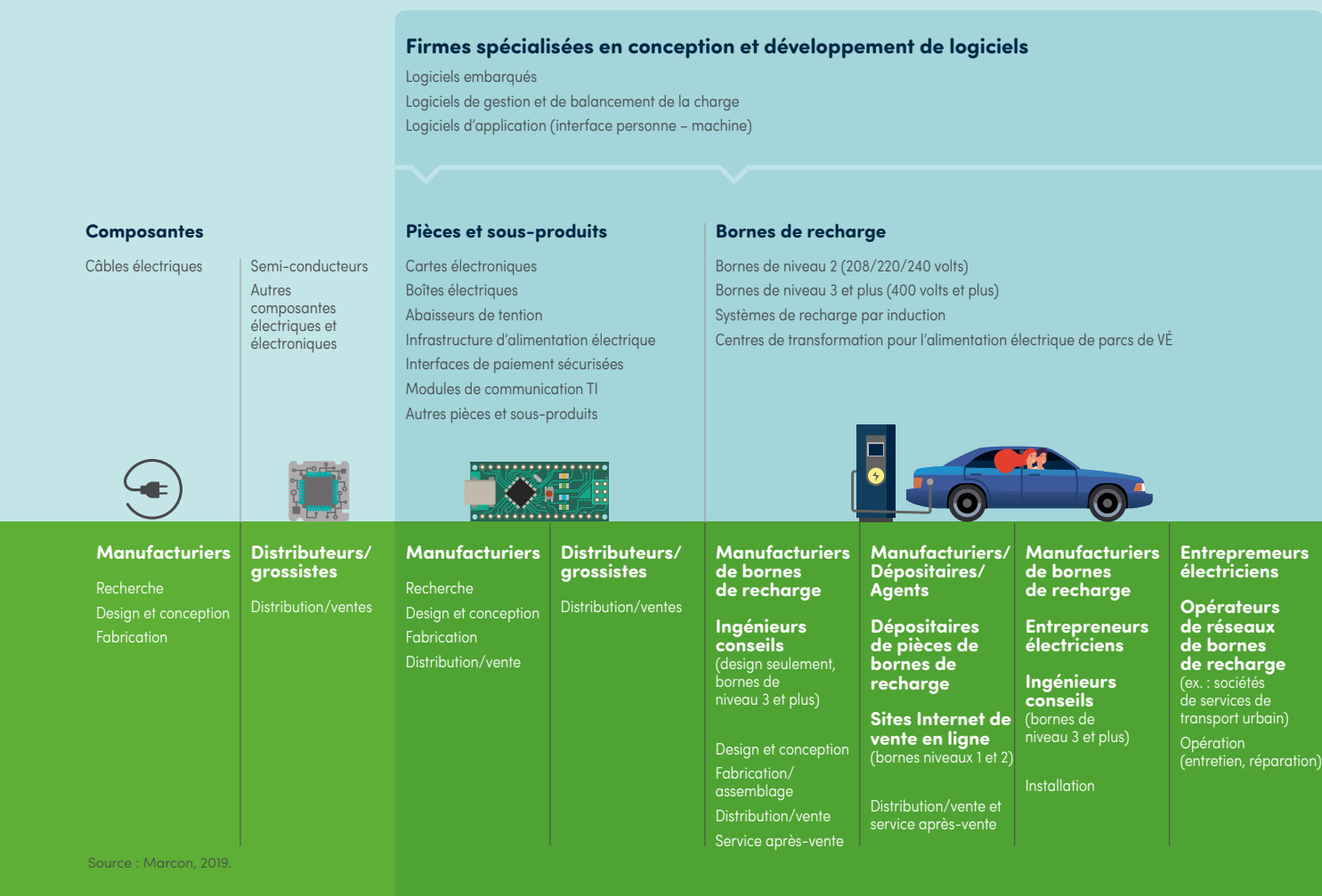
 Manufacturiers de véhicules électriques	Types de véhicules	Manufacturiers de véhicules à essence 
ALSTOM BOMBARDIER	Train Métros Tramways	
	Motoneiges Motomarines Quads	
 kargo	Petit camion utilitaire	FAT TRUCK
	Véhicules miniers	
	Tracteurs de ferme	Mahindra Tractors
  	Vélos Trottinettes	

Source : MARCON, 2019.

Le schéma suivant illustre la chaîne de valeur des bornes de recharge du Québec.

Schéma 10

Chaîne de valeur relative aux bornes de recharge au Québec



Composantes

Au Québec, on fabrique des câbles électriques. Cependant, les semi-conducteurs et autres composantes électriques et électroniques ne sont pas fabriqués dans la province. Certains grossistes importent ces produits (généralement d'Asie).

Pièces et sous-produits

La conception, le développement et la fabrication de la plupart des pièces et sous-produits clés à la fabrication de bornes de recharge abondent au Québec :

- > Cartes électroniques;
- > Boîtes électriques;
- > Abaisseurs de tension;
- > Infrastructure d'alimentation électrique;
- > Interface de paiement sécurisée;
- > Modules de communication TI.

En complément, des distributeurs locaux assurent l'approvisionnement de ces pièces et sous-produits, qu'ils soient fabriqués, ou non, au Québec.

TI (Logiciels spécialisés)

Plusieurs sociétés québécoises se spécialisent dans le développement de logiciels pertinents pour l'électrification des transports :

- > Logiciels embarqués;
- > Logiciels de gestion et de balancement de la charge électrique;
- > Logiciels d'application (interface personne-machine).

Ces logiciels sont intégrés aux sous-produits et/ou lors de l'assemblage des bornes de recharge.

Bornes de recharge

On retrouve également sur le territoire des activités de conception, de développement et de fabrication de bornes de recharge de niveau 2, 3 et plus⁵⁶. Les bornes de niveau 2 sont généralement destinées au marché des propriétaires de véhicules qui disposent d'un espace pour les installer à la résidence. Ces bornes sont alimentées par un courant de 220/240 volts et nécessitent de trois à quatre heures (pour un véhicule hybride) et de six à huit heures (pour un véhicule à batterie de grande autonomie) pour une recharge complète de la batterie⁵⁷. Elles sont disponibles chez les distributeurs de matériel électrique et des sites de commerce en ligne. Elles peuvent aussi être achetées chez un maître électricien qui en fera l'installation.

Certaines bornes de niveau 2 sont également conçues pour les marchés : résidentiel, commercial et industriel. Elles peuvent être achetées directement du fabricant (pour des installations de plusieurs ports de recharge) ou de son distributeur de matériel électrique. Dans ce contexte, l'installation se fait aussi par un maître électricien qui fournira les bornes si l'installation est modeste. Cependant, une certaine personnalisation se fait par le fabricant, ou par l'électricien, pour l'installation de bornes multiples.

Les bornes de niveau 3 (recharge rapide) sont conçues pour desservir les réseaux de recharge publics. Le plus important d'entre eux appartient à Hydro-Québec (Circuit électrique), mais il existe aussi des réseaux privés (Flo, ChargePoint, etc.). L'acheteur de bornes de niveau 3 fait face à des défis techniques (civils, mécaniques et électriques) plus importants et pouvant impliquer le recours à une firme d'ingénieurs-conseils au cours du projet. Ces bornes sont généralement achetées directement du fabricant, mais elles sont également disponibles auprès de leurs distributeurs.

Lorsque de telles bornes doivent être installées sur la voie publique ou dans des espaces appartenant à un gouvernement (municipal, provincial ou fédéral), leur installation implique souvent un représentant de ce dernier. Enfin, le fournisseur d'électricité (provincial ou municipal) est souvent impliqué dans le processus. L'installation physique de la borne est parfois réalisée par le fabricant ou un entrepreneur général et plus rarement confiée à une firme d'ingénieurs-conseils. Le raccordement électrique devra être réalisé par un maître électricien.

Les fabricants assurent la distribution et le service après-vente des bornes de recharge, des systèmes de recharge par induction et des centres de transformation pour l'alimentation électrique de parcs de véhicules électriques.

Les opérateurs de bornes de recharge, tels les services urbains de transport en commun, font appel à des maîtres électriciens pour en assurer l'entretien.

⁵⁶ Les *Superchargers* de Tesla et toute une famille de chargeurs à très haute vitesse dépassent les spécifications de ce qui est normalement considéré « niveau 3 ». Cette nouvelle génération de bornes deviendra incessamment de plus en plus populaire avec la venue de véhicules qui, afin d'offrir une plus grande autonomie, sont équipés de batteries de grande capacité (>75kWh).

⁵⁷ Transition énergétique Québec, « Équipement de recharge », www.vehiculeselectriques.gouv.qc.ca, 2019.

4.2 —

Les perspectives pour l'électrification des transports

La présente section vise à distinguer les perspectives de croissance des véhicules électriques et des bornes de recharge, d'ici 2023, sur les marchés du Québec et hors Québec.

4.2.1 Les véhicules routiers et l'électrification

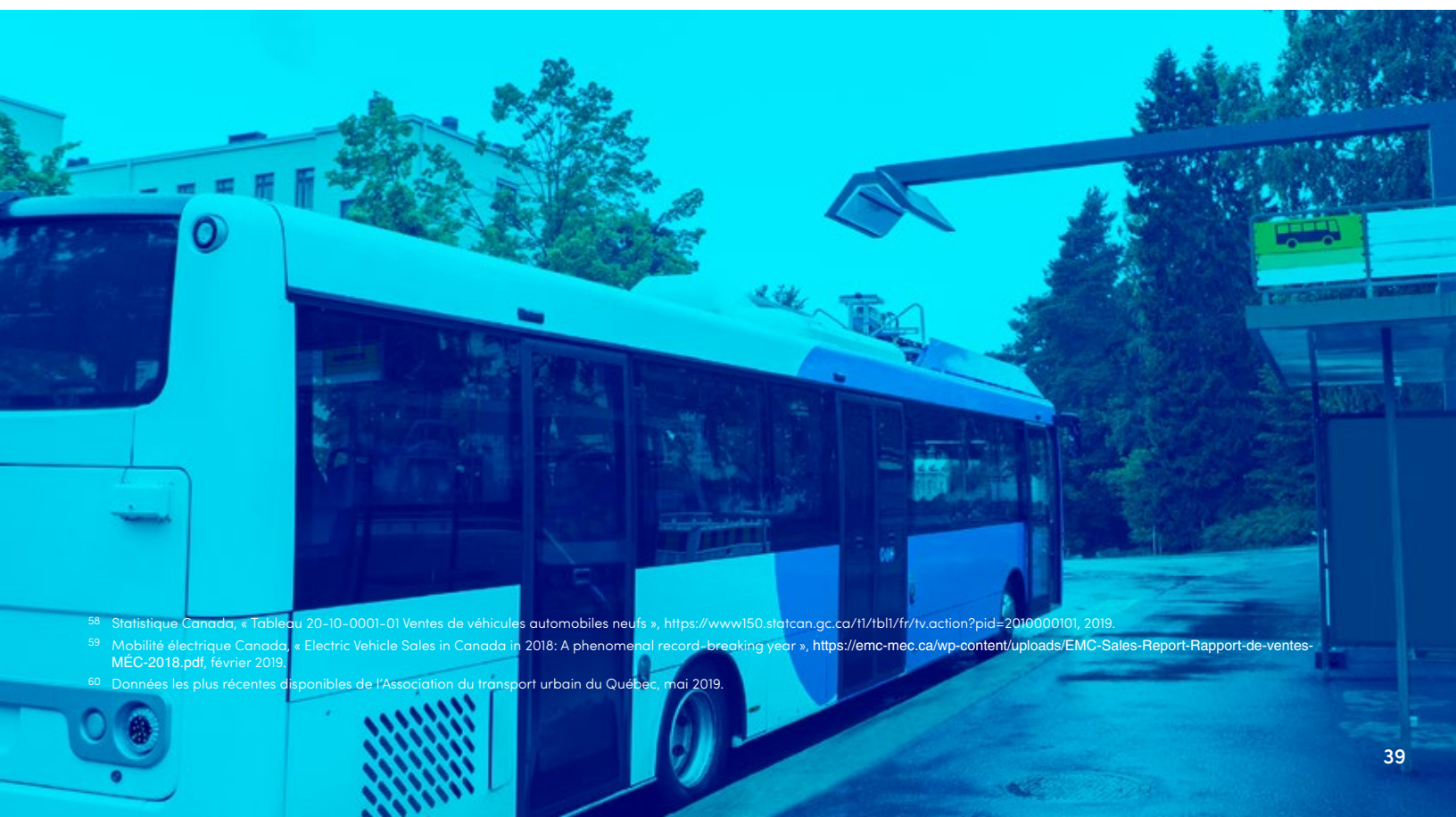
Véhicules de promenade

En 2018, il s'est vendu 460 994 automobiles et camions légers au Québec⁵⁸. De ce nombre, 17 557 étaient des véhicules hybrides ou zéro émission⁵⁹, soit 3,8 % du total. Les entreprises consultées lors des groupes de discussion s'attendent à ce que, d'ici 2023, la part de marché du véhicule de promenade électrique progresse entre 5 % et 10 %, voire plus encore.

Autobus de transport urbain

En date du 31 décembre 2017, on dénombrait 3 826 autobus de transport urbain en fonction au Québec, incluant 537 autobus hybrides (14 %) et 3 autobus zéro émission (0,08 %)⁶⁰.

À partir de 2025, le ministère des Transports du Québec ne subventionnera que l'achat d'autobus 100 % électrique. En considérant la durée de vie utile des autobus conventionnels (entre 16 et 18 ans), le parc entier de la province sera entièrement électrifié au plus tard en 2040.



⁵⁸ Statistique Canada, « Tableau 20-10-0001-01 Ventes de véhicules automobiles neufs », <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2010000101>, 2019.

⁵⁹ Mobilité électrique Canada, « Electric Vehicle Sales in Canada in 2018: A phenomenal record-breaking year », <https://emc-mec.ca/wp-content/uploads/EMC-Sales-Report-Rapport-de-ventes-MEC-2018.pdf>, février 2019.

⁶⁰ Données les plus récentes disponibles de l'Association du transport urbain du Québec, mai 2019.



À l'heure actuelle, le Québec ne compte qu'un seul fabricant d'autobus de transport urbain, NovaBus, une filiale de Volvo. Celle-ci a obtenu plus de 30 millions de dollars en subventions de la part du gouvernement du Québec pour développer un autobus entièrement électrique et a livré ces unités à la Société de transport de Montréal pour essais routiers⁶¹. Ceux-ci sont équipés de très petites batteries et ont donc peu d'autonomie, ce qui rend leur recharge nécessaire en cours de journée. Donc, deux pantographes sur rue ont été installés pour ce faire. À la lumière de cette expérience, et suite à plusieurs études sur ce sujet, les sociétés de transport urbain de la province ont finalement choisi de s'approvisionner en autobus à grande autonomie, rechargés la nuit au garage. NovaBus s'efforce depuis lors de développer un autobus qui répondra aux besoins des transporteurs publics du Québec, mais ce véhicule ne sera disponible qu'après 2020.

Les exportations de NovaBus seront également affectées par ce retard technologique, car la plupart des sociétés de transport urbain d'Amérique du Nord préfèrent aussi des autobus à plus grande autonomie. Au Québec, les retombées sur la main-d'œuvre de l'exportation d'autobus urbains électriques aux États-Unis sont cependant atténuées par le fait que les autobus de NovaBus destinés au marché américain sont assemblés à Plattsburgh (NY). Par ailleurs, les perspectives de ventes canadiennes (hors Québec) devraient être limitées étant donné que l'ensemble du marché canadien semble plutôt se déplacer vers les autobus électriques de grande autonomie.

Autobus scolaires

Au Québec, on compte un parc d'environ 8 000 autobus scolaires⁶². La part de marché du véhicule électrique est estimée à 1 %⁶³. Il s'avère que l'électrification de ce parc de véhicule dépend grandement des subventions gouvernementales, en raison du coût plus élevé du véhicule et de l'investissement aux fins de l'infrastructure de recharge.

Le programme Soutien au déploiement des autobus scolaires électriques de Transport Québec subventionne l'achat d'autobus scolaires neufs à la hauteur de 105 000 \$ par véhicule et des montants de 6 M\$ et de 1,8 M\$ sont disponibles pour 2019 et 2020 (ceci jusqu'au 30 juin 2020, ou jusqu'à l'épuisement de ce montant)⁶⁴. On peut ainsi espérer subventionner un maximum de 57 autobus scolaires neufs en 2019 et 17 autres en 2020. En émettant l'hypothèse que les seuls autobus scolaires électriques achetés, d'ici 2023, le seront avec le soutien de ce programme gouvernemental, la part de marché du véhicule électrique passerait à 1,7 % en 2019 et à 1,9 % l'année suivante⁶⁵. Notons que la production québécoise d'autobus électriques (un seul fabricant : Lion Électrique) bénéficie également de la demande croissante en Californie et ailleurs aux États-Unis, où l'on observe un intérêt grandissant en faveur de l'électrification des transports. Aux États-Unis, on compte plus de 480 000 autobus scolaires⁶⁶. La Californie compte plus de 150 autobus scolaires électriques⁶⁷ et elle projette d'électrifier graduellement le restant de son parc.

⁶¹ FOURNIER, Luc, « Développement de l'autobus électrique : un électrochoc de 73 millions \$ », Le Soleil, <https://www.lesoleil.com/affaires/developpement-de-lautobus-electrique-un-electrochoc-de-73-millions-5615d6116884daf486acc4c07eb48906>, 8 mars 2012.

⁶² Radio-Canada, « Un rapport accablant sur la conduite automobile près des autobus scolaires au Québec », 24 juin 2018.

⁶³ Cime FM, « Lion vend 13 autobus scolaires 100 % électriques en Ontario », <https://www.cime.fm/nouvelles/economie/112082/lion-vend-13-autobus-scolaires-100-electriques-en-ontario>, 13 mai 2018.

⁶⁴ Transport Québec, « Soutien au déploiement des autobus scolaires électriques », www.transports.gouv.qc.ca/fr/aide-finan/electrification/soutien-deploiement-autobus-scolaires/Pages/autobus-scolaires.aspx, consulté le 15 février 2019.

⁶⁵ Calcul de MARCON : 1,7 % = (total cumulé de 80 en 2018 + 57 en 2019) / 8 000 autobus scolaires au total au Québec, 1,9 % = (total cumulé en 2019 de 137) / 8 000 autobus scolaires au total au Québec.

⁶⁶ American School Bus Council, « About American School Bus Council », www.americanschoolbuscouncil.org, 2019.

⁶⁷ Electrive, « Electric school bus roll-out in California », <https://www.electrive.com/2018/05/07/electric-school-bus-roll-out-in-california/>, 7 mai 2018.

Autobus interurbains

En l'absence d'un programme visant à appuyer l'acquisition d'autobus interurbains électriques par les sociétés de transport (en raison de la consommation énergétique importante, liée au poids du véhicule et aux distances importantes à parcourir), ce type de véhicules n'apparaît pas comme un marché appelé à se développer du point de vue de l'électrification d'ici 2023.

Camions

Les camions de poids moyen (classes 4 à 7) constituent le segment qui présente le plus d'attrait en matière d'électrification. C'est particulièrement le cas des camions de livraison en milieu urbain, qui parcourent généralement de courtes distances et qui peuvent aussi être rechargés durant la nuit. L'offre de produit est en émergence.

Dans le cas des camions lourds (classe 8), l'électrification est nettement plus difficile à considérer en raison des embûches suivantes :

- > L'énergie nécessaire pour déplacer un camion chargé de 53 pi est colossale (4-5 MW);
- > L'appel de puissance en électricité nécessaire à la recharge des batteries sera aussi très important et coûteux;
- > La mise en œuvre et la gestion d'un système d'échange de batterie (*battery swap*), en cours de parcours, seront obligatoires dans le cas de trajets impliquant de grandes distances. Dans ce cas, on change la batterie plutôt que de la recharger.

La Compagnie Lion Électrique a tout de même développé un camion de classe 8 destiné à desservir la niche des livraisons urbaines de marchandises lourdes, telles les boissons par exemple. Ainsi, la SAQ s'est portée acquéreuse du premier exemplaire de ce véhicule de niche. Le même châssis est aussi utilisé pour la fabrication québécoise d'un camion voué à la récupération des ordures et du matériel à recycler.

Motos

La moto électrique est, pour le moment, un marché de niche en Amérique du Nord et concerne des volumes restreints au Québec. Un manufacturier québécois (LITO Green Motion) a développé un produit haut de gamme dans ce créneau.

Véhicules routiers de service (ambulances, camions à nacelle, camions à ordures, camions de pompiers)

L'offre de véhicules routiers concerne des applications de niche où les volumes sont restreints. L'offre de véhicules électriques est, pour le moment, limitée ou en émergence, les perspectives de développement liées à l'électrification sont du même ordre. Plusieurs projets sont cependant à divers stades de développement.

4.2.2 Les véhicules hors route et l'électrification

Trains / métros / tramways

En dépit du nombre et de l'ampleur des investissements publics récents et à venir dans le secteur ferroviaire au Québec, les faibles exigences en matière de contenu local dans le cadre des appels d'offres du gouvernement du Canada et la forte concurrence d'entreprises étrangères limitent grandement les retombées économiques locales.

C'est ainsi que la fabrication du train REM a été allouée à un fournisseur indien et que la société VIA Rail a choisi en 2018 de faire fabriquer ses nouveaux trains aux États-Unis⁶⁸. De plus, les exigences de contenu local sur les marchés d'exportation (ex. : *Buy America Act* aux États-Unis) limitent aussi les perspectives de développement des manufacturiers de véhicules et d'infrastructures ferroviaires du Québec.

Les partenariats publics-privés qui gagnent en popularité au Canada sont aussi montrés du doigt, car ils renforcent l'importance accordée au coût d'acquisition, par opposition au coût total tout au long de la vie utile de l'équipement.

⁶⁸ Radio-Canada, « VIA Rail aura de nouveaux trains pour le corridor Québec-Windsor », <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1090107/via-rail-ottawa-trains-corridor-quebec-windsor-remplacement-gouvernement-federal>, 19 mars 2018.

Quoiqu'il en soit, Alstom et Bombardier continuent à offrir une gamme de véhicules électriques qui sont, en partie ou en totalité, fabriqués au Québec.

Vélos

Bien que la part de marché occupée par le vélo électrique soit aujourd'hui assez faible, celle-ci est en forte croissance. En effet, on observe une croissance annuelle marquée (30 % à 40 %) de la demande de vélos électriques haut de gamme, qui s'explique, en grande partie, par un coût accessible pour un produit de luxe. Ces vélos sont admissibles au programme Roulez Électrique du gouvernement du Québec (abordé au tableau 6 à la section 3.1.2). Une progression comparable est attendue au cours des prochaines années.

Véhicules utilitaires hors route

Ce segment de marché fait référence aux petits camions utilitaires utilisés pour différentes applications hors route (par exemple, le transport en usine). Ce type de véhicules électrique est fabriqué et commercialisé au Québec par trois entreprises.

Autres véhicules hors route (motoneiges, motomarines, quads et tracteurs de ferme)

À l'exception d'un modèle de motoneige fabriqué au Québec, ces véhicules ne sont pas commercialisés pour le moment en version électrique.

4.2.3 Les bornes de recharge

Les statistiques démontrent que 90 % des besoins de recharge du véhicule se font à la maison et au lieu de travail, et 10 % via des bornes de recharge publiques⁶⁹. Dans les deux cas, il y a rarement urgence pour procéder à la recharge, étant donné que les automobiles sont souvent garées pour de longues périodes.

Bornes de niveau 2

La demande pour les bornes de recharge de niveau 2 est fortement corrélée à celle des automobiles de promenade puisque presque tous les acheteurs de voitures se procurent une borne pour la recharger. Tel que précisé à la section 3.1.3, en date de juin 2019, le réseau Circuit électrique d'Hydro-Québec compte plus de 1 620 bornes de recharge publiques de niveau 2 dans la province⁷⁰. La plupart des experts s'entendent cependant pour prédire que la croissance des ventes de bornes de niveau 2 se limitera à un nombre légèrement inférieur au nombre de véhicules électriques vendus. Ce phénomène serait attribuable à l'amélioration du réseau de bornes de niveau 3 en milieu urbain dense pour vaincre le frein à l'acquisition chez les citoyens qui ne peuvent installer une borne résidentielle.

Bornes de niveau 3

Les bornes de recharge de niveau 3 permettent une recharge complète d'un véhicule électrique moyen en moins d'une heure.

Les bornes de recharge de niveau 3 sont principalement destinées à deux usages : les voyages de longues distances et les recharges pour personnes vivant en milieux urbains denses et n'ayant pas la possibilité d'installer une borne privée (« *garage/driveway orphans* »). En ce moment, le prix élevé de ce type de borne limite quelque peu l'adoption chez le consommateur moyen, ces bornes sont surtout utilisées dans le cadre des infrastructures de recharge publiques. Donc, le développement du marché des bornes de niveau 3 est largement tributaire de l'expansion du réseau Circuit électrique d'Hydro-Québec et de réseaux privés (ex. : FLO, ChargePoint) au Québec.

En juin 2019, le Québec avait déjà 180 bornes publiques de niveau 3 en fonction⁷¹. Hydro-Québec compte en installer 1 600 de plus dans son Circuit électrique d'ici 2029.

⁶⁹ Hydro-Québec, « Durée et lieux de recharge des véhicules électriques », <http://www.hydroquebec.com/electrification-transport/voitures-electriques/recharge.html>, 2019.

⁷⁰ Hydro-Québec, « Le Circuit électrique inaugure une superstation de recharge rapide pour les véhicules électriques à Lachute », <http://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiques-de-presse/1515/circuit-electrique-superstation-lachute-autoroute/>, 25 juin 2019.

⁷¹ Hydro-Québec, « Durée et lieux de recharge des véhicules électriques », <http://www.hydroquebec.com/electrification-transport/voitures-electriques/recharge.html>, 2019.

4.3 —

Les retombées estimées de l'électrification des transports par secteur d'activité

L'information qualitative recueillie auprès des entreprises consultées révèle qu'un peu plus de la moitié des entreprises interrogées accordent une priorité au marché de l'électrification des transports, qu'ils jugent primordiale à leurs activités. De même, un peu plus du tiers s'y intéresse activement et en sont généralement au stade de l'évaluation ou de la recherche et développement. Enfin, pour une petite minorité, l'intérêt est plus modéré, voire incertain.

Tableau 8

Importance de l'électrification des transports pour les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN) (n=43)

Secteurs d'activité	Ce marché constitue une cible prioritaire pour nous.	On s'intéresse activement à ce marché et nous avons quelques initiatives en cours pour l'explorer davantage	On répond à une demande sporadique par opportunisme, mais nous ne déployons pas d'efforts de commercialisation dans ce marché	On n'a aucunement l'intention de devenir proactif dans le développement de ce marché	Ne sait pas
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	1	5			
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	4	2		1	1
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	9	2			1
Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 441)	5				
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	3	4			1
Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611)		1	1		
Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 23821)	1	1			

À l'exception des sociétés de transport (SCIAN 4851), où l'électrification des transports est indirectement imposée par le gouvernement du Québec, on cite d'abord les convictions environnementales pour motiver l'intérêt envers le marché de l'électrification des transports.

L'électrification des transports devrait surtout profiter aux entreprises qui comptent des activités de recherche et développement, car le Québec dispose d'une expertise enviable à cet effet. L'impact sur la création d'emplois en fabrication de composants, de sous-produits de véhicules électriques, de véhicules électriques et de bornes de recharge est plus incertain, pour différentes raisons :

- > **La tendance à l'automatisation** : la production à plus grande échelle amènera son lot d'automatisation, ce qui pourrait limiter les retombées pour certaines professions, tels les assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523);
- > **La compétitivité du Québec** : plusieurs manufacturiers consultés comptent aussi des activités de fabrication hors Québec, où une partie, ou la totalité, des activités de fabrication pourraient se retrouver;
- > **La pénurie mondiale de certaines matières premières** : l'offre de certaines matières premières, essentielles à la fabrication de cartes électroniques, n'est pas suffisante pour suivre la forte demande engendrée par les téléphones intelligents et les maisons intelligentes. Ceci amène des délais de livraison pouvant s'étaler sur 18 à 24 mois. Les entreprises doivent donc anticiper l'évolution attendue des ventes environ deux ans à l'avance. Cette problématique bien présente au niveau de la microélectronique l'est moins au niveau de l'électronique de puissance.

Nous avons relevé des différences marquées entre les secteurs d'activité étudiés en ce qui concerne la proportion de la main-d'œuvre consacrée, au moins à temps partiel, à l'électrification des transports⁷². Ces données doivent cependant être interprétées avec prudence en raison du faible nombre de répondants dans certains secteurs d'activités.



⁷² Quelques-unes des entreprises consultées n'étaient pas en mesure de préciser quel pourcentage des employés consacrent la totalité ou une partie de leur temps à l'électrification des transports et ont été exclues du calcul.

Tableau 9

Pourcentage des employés concernés par l'électrification des transports par secteur d'activité (SCIAN) (n=42)

Secteurs d'activité	Nombre d'entreprises	Totalité des réponses										
Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 23821)	(n=2)	50 %	100 %									
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	(n=11)	0 %	0,7 %	13 %	25 %	26 %	98 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)	(n=5)	10 %	28 %	38 %	63 %	95 %						
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	(n=6)	Note 1	8 %	9 %	41 %	43 %	100 %					
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	(n=8)	0 %	0 %	3 %	17 %	25 %	50 %	95 %	100 %			
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	(n=8)	0,2 %	1,6 %	5 %	5 %	7 %	12 %	13,5 %	81 %			
Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611)	(n=2)	4 %	10 %									

Note 1 : Petit pourcentage non précisé.

Faible — 0 % à 25 %	Moyen — 26 % à 50 %	Élevé — 51 % à 100 %
---------------------	---------------------	----------------------

Les entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 23210) et les manufacturiers de matériel de transport (SCIAN 336) sont ceux où la part des emplois liés à l'électrification des transports est la plus importante en ce moment. Ceci reflète bien l'importance croissante que l'électrification des transports occupe dans l'industrie.

Chez les concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411), l'impact de l'électrification des transports commence à se faire sentir. Certains concessionnaires ont pris le virage de l'électrification de manière plus déterminante que d'autres, ce qui explique la disparité des réponses de ceux-ci. Les manufacturiers de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) et de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) choisissent de s'intéresser à l'électrification des transports, ou non, en fonction de leur clientèle cible. En comparaison, la part des emplois liés à l'électrification des transports parmi les services urbains de transport en commun (SCIAN 4851) est très variable, ceci s'explique par plusieurs facteurs :

- > Le nombre d'autobus hybrides électriques déjà en service;
- > L'utilisation, ou non, d'un métro, tramway ou trolleybus dans leur réseau;
- > Le dynamisme du transporteur au regard de l'électrification des transports;
- > La taille de la société de transport et son modèle de gestion de la maintenance et de l'entretien⁷³.

⁷³ Certaines sociétés de transport opèrent des ateliers de réparation spécialisés (freins, transmissions, moteurs ...) alors que d'autres se sont dotées d'équipes pluridisciplinaires. La proportion des ressources affectées par l'électrification des transports varie donc en fonction de ces paramètres.

Les grossistes-marchands de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611) sont, par nature, en réaction à la demande de leurs clients. Ceci explique pourquoi les emplois reliés à l'électrification des transports sont nettement moins nombreux.

Le tableau suivant permet de comparer les différents secteurs d'activité (SCIAN) à l'étude en fonction du niveau d'implication en électrification des transports et des emplois à cet effet.

Tableau 10

Les retombées de l'électrification des transports sur l'emploi par secteur d'activité à l'étude (SCIAN)

		Emplois actuels et à venir d'ici 2023 reliés à l'électrification des transports		
		Élevé	Moyen	Faible
Niveau d'implication en électrification des transports	Élevé	Fabricants de matériel de transport (SCIAN 336)		Entrepreneurs en travaux d'électricité et installation de câblage (SCIAN 23210)
	Moyen	Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)	Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851) Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	
	Faible			Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques en construction (SCIAN 41611)

Source : MARCON, 2019.

Les fabricants de matériel de transport (SCIAN 336) représentent déjà une proportion importante des emplois reliés à l'électrification des transports. Les développements attendus au cours des prochaines années sont susceptibles de consolider cette avance.

Dans le cas des électriciens entrepreneurs (SCIAN 23210), un important rythme d'électrification prévu devrait être accompagné d'une création d'emplois modeste, car la charge de travail additionnelle occasionnée pourra, en grande partie, être absorbée par les électriciens déjà à l'emploi des firmes impliquées.

Les concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411) contactés se disent pour la plupart prêts à une augmentation des ventes de véhicules hybrides et zéro émission. Les effectifs actuels peuvent en grande partie répondre à une augmentation de la demande.

Par contre, les fabricants de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) s'attendent à une forte croissance de leurs effectifs au cours des prochaines années, en particulier dans le cas de la fabrication de bornes de recharge, qui ne pourra se concrétiser sans d'importantes embauches. Dans le cas des manufacturiers de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), la création d'emplois reliée à l'électrification des transports s'annonce plus modérée.

Concernant les sociétés de services de transport urbain (SCIAN 4851), l'adaptation à la venue aux autobus zéro émission passera davantage par une mise à niveau des connaissances des mécaniciens déjà en poste et le remplacement des personnes qui prendront leur retraite, par des employés ayant de meilleures connaissances en électricité et en électronique. L'impact sur la création d'emplois d'électriciens de véhicules lourds, d'ici 2023, devrait donc demeurer limité.

Le secteur de la distribution de fournitures électriques (SCIAN 41611) compte une faible part des emplois reliés à l'électrification des transports et comme on peut facilement accommoder une bonne croissance avec les effectifs actuels ou des embauches limitées, l'impact sur l'emploi devrait être faible à l'horizon de 2023.

4.4 — Les besoins de main-d'œuvre liés à l'électrification des transports

4.4.1 Les besoins de main-d'œuvre actuels et à venir

Les entreprises interrogées lors d'entrevues confirment l'existence de près de 2 900 emplois liés à l'électrification des transports. Ce bassin serait toutefois appelé à augmenter à plus de 3 600 emplois soit 25 %, d'ici 2023. Notons que certaines entreprises avaient du mal à chiffrer la création d'emplois attendue au cours des cinq prochaines années et certaines se sont abstenues de fournir des chiffres à cet effet. Les changements technologiques anticipés pour les prochaines années (par exemple, la composition chimique des batteries) et la venue de nouveaux modèles de véhicules électriques pourraient aussi faire en sorte que cette estimation soit un peu conservatrice.

Tableau 11 — Nombre d'emplois actuels et les ajouts prévus d'ici 2023, par profession

Professions (Codes CNP)	Emplois		
	Actuels	Ajouts prévus d'ici 2023	Total
Ingénieurs			
Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132)	320	92	412
Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)	317	85	402
Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)	160	47	207
	797	224	1021
Techniciens			
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)	74	83	157
Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)	56	63	119
Technologues et techniciens en génie industriel et en génie de fabrication (CNP 2233)	0	0	0
	130	146	276
Autres			
Spécialistes des ventes techniques - commerce de gros (CNP 6221)	810	156	966
Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)	633	17	650
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)	134	118	252
Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522)	130	13	143
Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524)	111	21	132
Électromécaniciens (CNP 7333)	61	10	71
Autres préposés aux services d'information à la clientèle (CNP 6552)	69	1	70
Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241)	7	33	40
Mécaniciens de motocyclettes, de VTT et personnel mécanique assimilé (CNP 7334)	0	0	0
Électriciens industriels (CNP 7242)	0	0	0
	1955	369	2324
Total	2882	739	3621

Selon le tableau précédent, on constate que plus des trois quarts des emplois actuels concernés par l'électrification des transports se concentrent dans 5 des 16 professions à l'étude :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**810 emplois**);
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (**633 emplois**);
- > Ingénieurs mécaniciens (**320 emplois**);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**317 emplois**);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (**160 emplois**);

De même, la presque totalité de la création d'emplois prévue, d'ici 2023, devrait impliquer en priorité les professions suivantes :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**156 emplois**; +19 %);
- > Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (**118 emplois**; +88 %);
- > Ingénieurs mécaniciens (**92 emplois**; +29 %);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**85 emplois**; +29 %);
- > Technologues et techniciens en génie électrique et électronique (**83 emplois**; +112 %);
- > Technologues et techniciens en génie mécanique (**63 emplois**; +113 %);
- > Ingénieurs concepteurs de logiciels (**47 emplois**; +29 %).

En revanche, aucune des entreprises interrogées n'embauche en ce moment, ou ne prévoit embaucher, d'ici 2023, des technologues et techniciens en génie industriel et en génie de fabrication, des mécaniciens de motocyclettes, de VTT et personnel assimilé ou des électriciens industriels.



Les entreprises interrogées lors d'entrevues confirment l'existence de près de 2 900 emplois reliés à l'électrification des transports.

4.4.2 Les difficultés de recrutement

Pour certaines professions, des difficultés importantes de recrutement sont identifiées en ce moment et sont à prévoir d'ici 2023. À cet effet, le tableau suivant offre un aperçu des difficultés de recrutement actuelles et prévues par secteur d'activité.

Tableau 12

Difficultés de recrutement actuelles et prévues, par profession (CNP) et par secteurs d'activité économique (SCIAN)

Professions (Codes CNP)	Difficultés de recrutement actuelles par secteur d'activité								Difficultés de recrutement attendues d'ici 2023 par secteur d'activité							
	334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4411 (n = 5)	4851 (n = 8)	41611 (n = 2)	238210 (n = 2)	Nombre de mentions	334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4411 (n = 5)	4851 (n = 8)	41611 (n = 2)	238210 (n = 2)	Nombre de mentions
Ingénieurs																
Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)	•	•	•		•			13	•	•	•					4
Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)	•	•	•					7	•	•						2
Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132)		•	•		•			5		•						1
Techniciens																
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)	•	•	•					6	•	•	•					6
Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)		•	•					4			•					3
Autres																
Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)			•	•	•			7			•		•			2
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)	•	•						4	•	•	•					3
Spécialistes des ventes techniques - commerce de gros (CNP 6221)		•				•		3		•						1
Autres préposés aux services d'information à la clientèle (CNP 6552)	•							1								
Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524)		•						2		•						2
Électromécaniciens (CNP 7333)												•				1
Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522)											•					1

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composantes électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

4411 : Concessionnaires d'automobiles

4851 : Services urbains de transport en commun

41611 : Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction

23210 : Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage

Source : MARCON, 2019.

Les difficultés de recrutement sont présentement observées de manière plus importante pour les professions (CNP) suivantes :

- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173);
- > Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241);
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321).

À l'exception des mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus, ces professions sont également concernées par une importante création d'emplois à court terme liée à l'électrification des transports.

Peu importe le secteur d'activité, les difficultés actuelles de recrutement d'ingénieurs et de techniciens concernent surtout la main-d'œuvre d'expérience, de niveau intermédiaire ou senior, possédant une base de connaissances en électrification des transports. À cet effet, le taux de chômage peu élevé, relatif à la situation économique actuelle, complique grandement l'effort de recrutement.

De façon générale, les propos entendus suggèrent qu'un poste qui est difficile à combler, en ce moment, devrait l'être au moins tout autant au cours des prochaines années. La forte diminution du nombre d'entreprises qui anticipe des difficultés de recrutement d'ici 2023 pour les postes d'ingénieurs s'explique par un recours de plus en plus important aux stagiaires et à l'embauche de ces étudiants une fois leurs études terminées. On remarque aussi que, parmi les entreprises qui connaissent actuellement des difficultés de recrutement, certaines n'anticipent pas d'embauches d'ici 2023. C'est particulièrement le cas pour les sociétés de services de transport urbain où les embauches de mécaniciens liées à l'électrification des transports ne sont prévues qu'à compter de 2024-2025.



Peu importe le secteur d'activité, les difficultés actuelles de recrutement d'ingénieurs et de techniciens concernent surtout la main-d'œuvre d'expérience, de niveau intermédiaire ou senior, possédant une base de connaissances en électrification des transports.

4.5 —

Les postes en émergence

Les entreprises consultées confirment l'émergence de cinq nouveaux postes en lien avec l'électrification des transports. Ceux-ci sont présentés sommairement au tableau suivant

Tableau 13 —
Postes en émergence liés à l'électrification des transports

Secteurs d'activités	Nouveaux postes	Description
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Technicien dessinateur et concepteur de harnais électriques	Poste en émergence qui se distingue par le besoin de disposer de différentes connaissances et savoir-faire : > Dessin et conception de harnais électrique; > Familiarité avec les camions; > Familiarité avec les systèmes de propulsion électrique; > Coordination des clients (manufacturiers de véhicules électriques).
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Technicien en borne de recharge	Poste de technicien en émergence qui consiste à offrir un rôle de soutien technique aux clients et à effectuer la coordination des ventes. Le défi tient au fait que ce poste combine différentes connaissances complémentaires : > Électricité; > Électronique; > Réseautique. En matière de réseautique, le candidat doit comprendre le fonctionnement du module de communication entre les bornes de recharge.
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Ingénieur en signalisation ferroviaire	Poste d'ingénieur mécanique-électrique appelé à intervenir spécifiquement dans la planification des interfaces entre les trains et l'infrastructure de signalisation électrique.
Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)	Conseiller en technologie	Poste apparu ces dernières années, en lien avec le besoin du concessionnaire automobile de se doter d'experts en technologie appelés à expliquer le fonctionnement des automobiles électriques, aux vendeurs et aux clients.
Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611)	Conseiller technique borne électrique et gestion d'énergie	Poste en émergence (à venir) en appui au distributeur de bornes de recharge électriques. Ce conseiller sera appelé à évaluer les besoins des bâtiments multirésidentiels et à fournir des recommandations à ses clients en vue de l'installation d'un réseau de bornes de recharges et de la gestion des besoins d'énergie correspondante.

Source : MARCON, 2019.

En complément, les entreprises interrogées n'anticipent aucune disparition de poste en lien avec l'électrification des transports. Par contre, en raison des besoins de maintenance mécanique moindres des véhicules électriques, dans le cas des services urbains de transport en commun, on va nécessiter moins de mécaniciens classiques et davantage d'électriciens d'autobus urbains.

4.6 — Les besoins liés à l'offre de formation initiale

4.6.1 L'électrification des transports et la formation initiale

L'examen des programmes d'études du MEES (de niveaux technique et professionnel) menant à l'exercice des professions visées révèle l'absence de contenu relatif aux véhicules électriques et aux bornes de recharge. Les programmes d'études examinés sont présentés au tableau suivant.

Tableau 14
Liste des programmes de formation initiale passés en revue

Diplôme d'études collégial	Diplôme d'études professionnel
Technique de génie mécanique (241.A0)	Mécanique de véhicules légers (DEP 5154)
Techniques de systèmes ordonnés (243.A0)	Mécanique de motocyclettes (DEP 5232)
Techniques de l'électronique (243.B0)	Mécanique industrielle de construction et d'entretien (DEP 5260)
Technologie de l'électronique industrielle (243.C0)	Montage de câbles et de circuits (DEP 5269)
Technologie de génie physique (244.A0)	Électromécanique de systèmes automatisés (DEP 5281)
	Électricité (DEP 5295)
	Mécanique automobile (DEP 5298)
	Mécanique de véhicules lourds routiers (DEP 5330)

Parmi les programmes de formation initiale listés ci-haut, peu font explicitement référence aux véhicules électriques ou aux bornes de recharge. Toutefois, le programme Mécanique spécialisée d'équipement lourd (ASP 5353) comprend une compétence liée au fonctionnement des systèmes hybrides de gestion de l'énergie. De plus, certains programmes de formation professionnelle sont en cours de révision au MEES. Ces nouvelles versions, qui n'ont pu faire l'objet d'un examen, intégreront désormais des compétences ou des notions liées aux véhicules hybrides et électriques. Les programmes en question sont les suivants :

- > Mécanique de véhicules légers (DEP 5154) : La nouvelle version du programme (approuvée en septembre 2019) intègre désormais une compétence sur les systèmes alternatifs de motorisation, notamment les véhicules électriques.
- > Mécanique de motocyclettes (DEP 5232) : La nouvelle version du programme (approuvée en septembre 2019) intègre désormais une compétence sur les systèmes alternatifs de motorisation, notamment les véhicules électriques.
- > Mécanique automobile (DEP 5298) : Programme d'études en cours de révision au MEES. Ce nouveau programme, dont la mise en œuvre est prévue pour le mois de juillet 2021, inclura les véhicules hybrides et électriques.
- > Montage de câbles et de circuits (DEP 5269) : Ce programme d'études présentement en révision au MEES inclut les secteurs du transport aérospatial et terrestre (train, métro, ambulance et autobus).

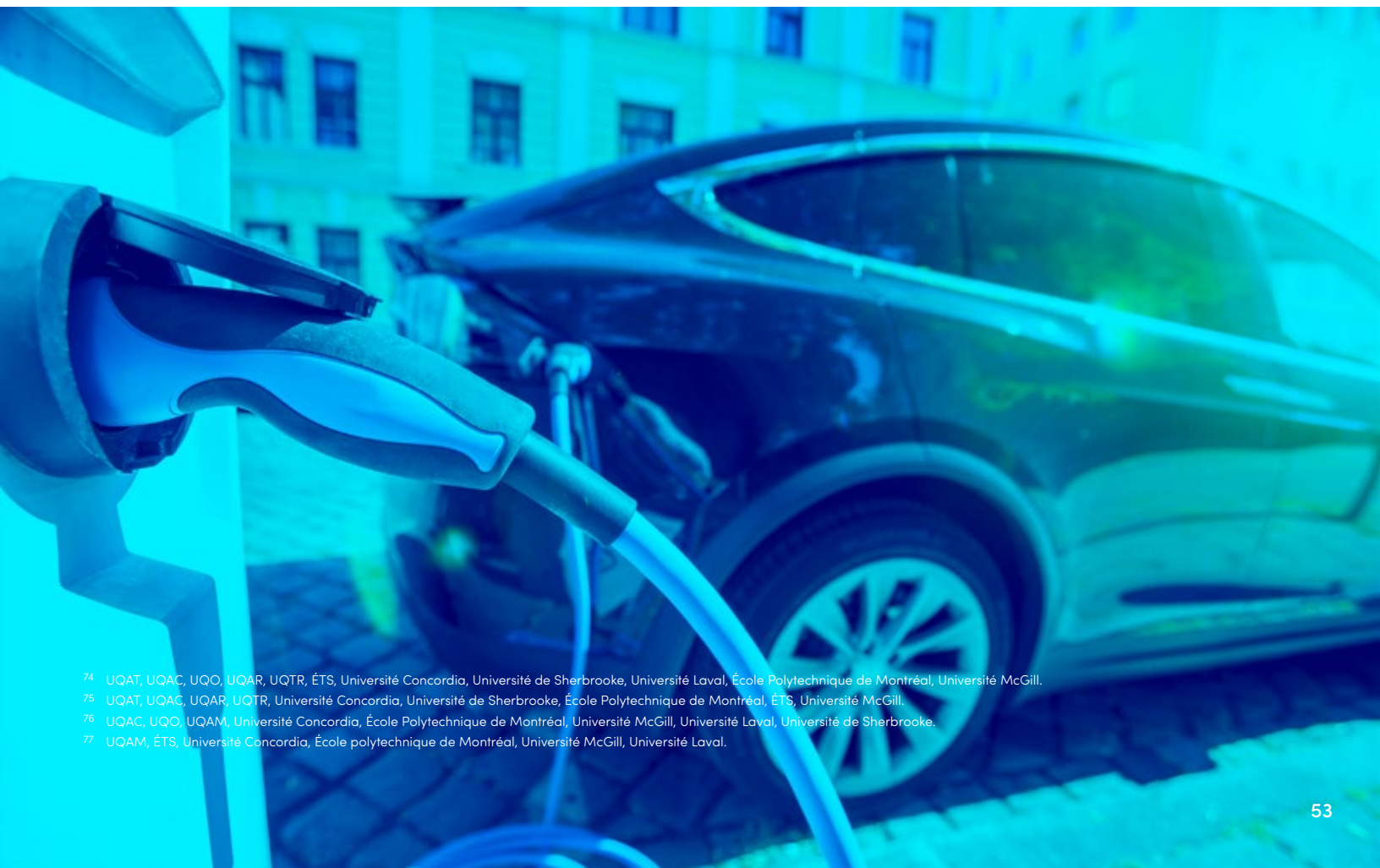
Sans faire explicitement référence aux véhicules électriques, d'autres programmes offrent toutefois un contenu de formation pertinent à l'électrification des transports.

En voici quelques exemples :

- > Électricité (DEP 5295) [*acquisition de compétences de base en électricité nécessaires à l'installation d'appareils électriques*];
- > Montage de câbles et de circuits (DEP 5269) [*acquisition de compétences en assemblage des cartes à circuits imprimés*];
- > Technologies de systèmes ordinés (DEC 243.A0) [*compétences en conception des circuits imprimés*].

En complément, les programmes de niveau universitaire menant aux professions à l'étude ont aussi été examinés via les sites web des universités au Québec. Voici les constats :

- > **Génie électrique** : le programme du baccalauréat est offert dans onze universités⁷⁴ et chacune se distingue en fonction des voies de spécialisation proposées par secteur. Seule l'Université de Sherbrooke semble intégrer une spécialisation axée sur les véhicules électriques où les étudiants ont la possibilité de compléter 6 crédits sur les véhicules électriques (commandes de chaînes de traction, stratégies de gestion d'énergie des véhicules électriques);
- > **Génie mécanique** : neuf universités offrent un programme au baccalauréat en génie mécanique⁷⁵. Aucune n'offre de voie de spécialisation axée sur les véhicules électriques. La formation de l'UQTR comprend une spécialisation sur le matériel de transport (ferroviaire, automobile), mais sans lien apparent avec l'industrie des véhicules électriques.
- > **Génie informatique / Génie logiciel** : huit universités⁷⁶ offrent le baccalauréat en génie informatique et six universités offrent le baccalauréat en génie logiciel⁷⁷. Le programme de baccalauréat en génie informatique de l'UQAC permet une spécialisation dans les systèmes de transmission de données, entre usagers et ordinateurs, et la conception de logiciels adaptés à cet effet. De plus, le baccalauréat en génie informatique de l'École Polytechnique de Montréal offre des cours de spécialisation en informatique embarquée qui abordent les capteurs et les actionneurs, l'intelligence artificielle ainsi que les réseaux de communication.



⁷⁴ UQAT, UQAC, UQO, UQAR, UQTR, ÉTS, Université Concordia, Université de Sherbrooke, Université Laval, École Polytechnique de Montréal, Université McGill.

⁷⁵ UQAT, UQAC, UQAR, UQTR, Université Concordia, Université de Sherbrooke, École Polytechnique de Montréal, ÉTS, Université McGill.

⁷⁶ UQAC, UQO, UQAM, Université Concordia, École Polytechnique de Montréal, Université McGill, Université Laval, Université de Sherbrooke.

⁷⁷ UQAM, ÉTS, Université Concordia, École polytechnique de Montréal, Université McGill, Université Laval.

En somme, on confirme une offre de formation initiale spécifique à l'électrification des transports qui se résume aux programmes précisés au tableau suivant.

Tableau 15

L'offre de formation initiale spécifique à l'électrification des transports

Programmes	Établissements	Offre de formation initiale reliée à l'électrification des transports	Professions visées (CNP)
Baccalauréat en génie électrique	Université de Sherbrooke	Programme spécialisé sur les véhicules électriques (commandes de chaînes de traction, stratégies de gestion d'énergie des véhicules électriques) s'adressant aux diplômés du DEC ⁷⁸ .	Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)
			Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)
Formation spécialisée en génie de l'énergie électrique	École Polytechnique de Montréal	Spécialisation contingentée du programme de formation des ingénieurs électriques axée sur l'électricité de puissance et l'électronique de puissance qui s'adresse aux étudiants en génie électrique de 4 ^e année des dix universités québécoises ⁷⁹ .	Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)
	Institut en génie de l'énergie électrique		
DEP (5330) - Mécanique de véhicules lourds routiers	Centre de formation du transport routier (CFTR) de Saint-Jérôme	Programme de formation en mécanique de véhicules lourds routiers couvrant la mécanique d'autobus et de véhicules électriques.	Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)

À la liste du tableau, s'ajoute le Centre de Formation professionnelle (CFP) Paul-Rousseau (Commission scolaire des Chênes) qui prévoit offrir une variante du programme DEP Mécanique de véhicules lourds routiers où le contenu spécifique à l'autobus urbain et à l'entretien des composantes électriques et hybrides occupera une place prépondérante. Les mécaniciens diplômés de ce cours seront préparés aux besoins d'entretien d'autobus zéro émission.

4.6.2 Les besoins de formation initiale soulignés par les entreprises interrogées

Les entreprises consultées ont précisé que la formation initiale proposée au cégep et à l'université est excellente, en particulier dans le cas des programmes de génie. Par contre, des ajustements sont requis dans le contexte précis de l'électrification des transports. Ceux-ci sont présentés par profession.

Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132)

Les entreprises interrogées aimeraient que les étudiants soient exposés aux véhicules électriques (incluant ceux de bas voltage comme les vélos électriques) et aux bornes de recharge. Ils doivent de plus connaître et comprendre le fonctionnement des composantes et sous-produits clés. Comme les ingénieurs mécaniciens sont appelés à prendre part à des réunions de travail avec d'autres professionnels, incluant des ingénieurs électriciens et électroniciens, il serait souhaitable qu'ils aient des connaissances de base en électronique de puissance liées à l'électrification des transports.

⁷⁸ Science de la nature, sciences lettres et arts ou équivalent, électronique industrielle, électronique, conception électronique, technologie physique, avionique, systèmes ordonnés, technologies de l'information.

⁷⁹ UQAT, UQAC, UQO, UQAR, UQTR, ÉTS, Université Concordia, Université de Sherbrooke, Université Laval, École Polytechnique de Montréal, Université McGill.

Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)

Ici aussi, les entreprises consultées aimeraient que les étudiants soient exposés à l'école aux véhicules électriques (incluant ceux à basse tension comme les vélos électriques) et aux bornes de recharge. Ils doivent également connaître et comprendre le fonctionnement des composantes et sous-produits clés. De plus, les connaissances des finissants en électronique de puissance sont généralement insuffisantes pour les besoins des entreprises impliquées en électrification des transports et doivent être bonifiées.

Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)

Les besoins croissants liés au développement de logiciels et de logiciels embarqués exigent des connaissances en électronique de puissance et c'est ce qui semble le plus faire défaut. Dans le contexte du développement de l'électrification des transports, il y a un besoin pour une formation initiale mieux adaptée à cette réalité.

De même, on avance que la formation en conception du logiciel de communication entre le train et son infrastructure est inexistante dans la province. Ceci complique le recrutement de candidats des entreprises du secteur ferroviaire.

Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)

Les entreprises consultées considèrent que les étudiants doivent, comme pour les professions d'ingénieurs, avoir accès à une formation de base sur les différents types de véhicules électriques et les bornes de recharge, de même que les principales composantes et sous-produits et leur fonctionnement.

Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)

Le commentaire précédent s'applique aussi dans le cas de la formation initiale menant à la profession de technologue et technicien en génie mécanique. Les étudiants doivent acquérir des connaissances de base à l'école sur les véhicules électriques et les bornes de recharge. De plus, il serait souhaitable qu'ils aient des connaissances de base liées à l'électronique de puissance dans le contexte de l'électrification des transports.

Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)

En ce moment, les sociétés de services de transport urbains n'ont pas accès à des candidats disposant d'une formation initiale spécifique aux autobus urbains diesel ou zéro émission. Les mécaniciens recrutés doivent être formés à l'interne, d'abord sur les particularités des autobus urbains et ensuite sur la mécanique électrique spécifique aux autobus hybrides et zéro émission. Ces organisations aimeraient avoir accès à des candidats disposant d'une formation mieux adaptée aux besoins des sociétés de services de transport urbain.

Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)

Les fabricants de cartes électroniques n'ont généralement pas accès à des candidats disposant d'une formation initiale pour le poste d'assembleur, monteur, contrôleur et vérificateur de matériel électronique. Les candidats recrutés doivent être formés à l'interne. Ces organisations aimeraient avoir accès à une main-d'œuvre déjà formée à l'assemblage de cartes électroniques. Aux fins du contexte spécifique de l'électrification des transports, certains soulignent le besoin de candidats déjà sensibilisés aux particularités de l'assemblage de composantes d'électroniques de puissance.

Spécialistes des ventes techniques - commerce de gros (CNP 6221)

Les concessionnaires d'automobiles n'ont généralement pas accès à des candidats disposants d'une formation initiale sur les véhicules électriques et les bornes de recharge. Ainsi, en plus de devoir former les candidats aux spécificités des marques et modèles proposés, on doit inclure une formation de base sur le fonctionnement des véhicules hybrides et électriques et des bornes de recharge. Afin d'alléger l'effort de formation à fournir à l'interne, les concessionnaires automobiles aimeraient avoir accès à une main-d'œuvre disposant déjà d'une base de connaissances à leur embauche.



Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524)

Les entreprises qui embauchent des monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques n'ont généralement pas accès à des candidats disposants d'une formation initiale sur les véhicules électriques et les bornes de recharge. Afin d'alléger l'effort de formation à fournir à l'interne, ces entreprises aimeraient avoir accès à une main-d'œuvre disposant déjà d'une base de connaissances à cet effet à leur embauche.

Électromécaniciens (CNP 7333)

Plusieurs entreprises consultées considéreraient l'embauche d'électromécaniciens pour pourvoir des postes de technologues et techniciens en génie électrique et électronique ou d'électricien d'autobus urbain, si leur formation était élargie à l'électronique et permettait de les initier au secteur du transport.

Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241)

Les fabricants de bornes de recharge interrogés confient l'installation de bornes de recharge, même celles de niveau 3, à un électricien de service. Les entreprises consultées s'attendent à ce que ce dernier ait une formation minimale en électronique de puissance.

Le développement de l'électrification des transports va entraîner un besoin d'expertise en gestion de l'énergie auquel l'électricien sera confronté et pour lequel les grossistes ne sont généralement pas qualifiés. Ainsi, on confirme le besoin de bonifier la formation initiale des électriciens par l'ajout d'un module sur l'installation et le branchement des bornes de recharge. En complément aux besoins de formation initiale exprimés précédemment, les entreprises consultées ont formulé différentes suggestions. Notons que dans plusieurs cas, on a aussi suggéré d'étendre la pratique des stages en entreprise. Ces informations sont précisées aux deux prochains tableaux.

Tableau 16

Changements souhaités par les entreprises à l'égard de la formation initiale des ingénieurs et techniciens

Changements souhaités concernant la formation initiale par profession (code CNP)		Secteurs d'activité			
		334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4851 (n = 8)
Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132)	Intégrer un contenu de formation en électronique de puissance			•	
	Intégrer un volet de formation spécifique aux VÉ et aux bornes de recharge		•	•	
	Généraliser les apprentissages réalisés en milieu de travail		•		
Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)	Considérer développer une formation intégrant le génie électrique, l'électromécanique et la mécanique spécialisée en ÉT	•			
	Intégrer un volet de formation spécifique aux VÉ et aux bornes de recharge		•	•	
	Évaluer la possibilité d'offrir une spécialisation en transport ferroviaire intégrant le génie électrique et le génie mécanique			•	
	Généraliser les apprentissages réalisés en milieu de travail		•		
Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)	Développer un cours de conception du logiciel de communication entre le train et son infrastructure			•	
	Généraliser les apprentissages réalisés en milieu de travail		•		
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)	Intégrer un volet de formation spécifique aux VÉ et aux bornes de recharge	•	•	•	•
	Généraliser les apprentissages réalisés en milieu de travail		•		
Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)	Intégrer un contenu de formation spécifique à l'ÉT		•	•	
	Intégrer un contenu de formation plus poussé au niveau de l'électronique			•	
	Généraliser les apprentissages réalisés en milieu de travail		•		

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composantes électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

4851 : Services urbains de transport en commun

Source : MARCON, 2019.

Ces différents commentaires font état d'un intérêt marqué des entreprises consultées pour des programmes de formation de génie, au collégial et à l'université, qui intègrent un contenu de base en électrification des transports. De même, ces entreprises souhaitent voir se développer de manière plus importante la formule études-travail. L'accueil de stagiaires permet d'identifier et de former des candidats intéressants à embaucher après leurs études. Plusieurs entreprises interrogées assurent que ces stagiaires jouent un rôle important pour combler leurs besoins de main-d'œuvre.

Dans le cas de la spécialisation proposée sur les véhicules électriques et les bornes de recharge pour ingénieurs électriciens et électroniciens, les commentaires reçus indiquant qu'on souhaite voir regrouper l'enseignement de différents créneaux d'expertise (non précisés) reliés aux véhicules électriques et aux bornes de recharge.

Tableau 17

Changements souhaités par les entreprises à l'égard de la formation initiale, autres professions

Changements souhaités concernant la formation initiale par profession (code CNP)		Secteurs d'activité					
		334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4411 (n = 5)	4851 (n = 8)	238210 (n = 2)
Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)	Considérer introduire une formation en mécanique électrique pour autobus urbain					•	
	Envisager de développer une formation en électricité de véhicules lourds					•	
	Généraliser les apprentissages réalisés en milieu de travail				•	•	
	Étendre la formation en mécanique de véhicules lourds aux VÉ par une spécialisation ou des cours en option					•	
	Intégrer un contenu de formation spécifique à l'ÉT à la formation en mécanique automobile		•	•			
	Intégrer un volet sur les VÉ à la formation en mécanique automobile				•		
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)	Introduire une formation en assemblage de cartes électroniques (incl. les composants d'électronique de puissance)	•					
Spécialistes des ventes techniques - commerce de gros (CNP 6221)	Développer une formation en vente de véhicules électriques				•		
Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524)	Développer une formation en réparation et assemblage d'appareils électroniques	•					
Électromécaniciens (CNP 7333)	S'assurer que les étudiants soient exposés à l'électrification des transports			•			
Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241)	Intégrer un module de formation sur l'installation et le branchement des bornes de recharge						•

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques
 335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composantes électriques
 336 : Fabrication de matériel de transport

4411 : Concessionnaires d'automobiles
 4851 : Services urbains de transport en commun
 238210 : Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage

Source : MARCON, 2019.

Dans le cas des professions identifiées au tableau précédent, la plupart des commentaires concernent l'intégration d'un contenu spécifique à l'électrification des transports dans des programmes existants.

4.7 — Synthèse

En raison de conditions qui leur sont plus favorables (ex. : offre de véhicules sur le marché, trajets courts où l'autonomie et le temps de recharge ne sont pas un enjeu), les retombées économiques et de création d'emplois, à l'horizon de 2023, sont susceptibles d'être plus marquées au Québec dans le cas de certaines catégories de véhicules (autobus scolaire, camions [classes 4 à 8]), de même que pour les bornes de recharge.

Les difficultés de recrutement déjà présentes et plus prononcées pour les professions suivantes devraient ainsi se poursuivre ou s'accroître :

- > Ingénieurs électriques et électroniciens (CNP 2133);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173);
- > Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241);
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321).

Alors que les programmes de formation initiale permettent aux candidats d'acquérir les connaissances nécessaires à l'exercice des professions à l'étude, pour certains programmes, on note, en général, peu ou pas de contenu spécifique à l'électrification des transports. Cependant, certains programmes de formation professionnelle sont en cours de révision au MEES. Ces nouveaux programmes prendront en compte l'électrification des transports et seront enseignés prochainement au sein du réseau des centres de formation professionnelle.

Cette situation est possiblement plus critique dans le cas des ingénieurs et des techniciens en génie, où l'apprentissage du fonctionnement des différents types de véhicules électriques et de bornes de recharge et de leurs principaux sous-produits est grandement souhaitable. Les entreprises consultées confirment que les étudiants en génie, dans une discipline concernée par l'électrification des transports, doivent être exposés aux différents types de véhicules électriques et de bornes sur le marché, incluant les véhicules électriques de basse tension. On souligne également l'importance de développer le contenu de formation initiale en électronique de puissance en génie électrique et en génie du logiciel. De même, l'introduction de notions en électronique de puissance est aussi souhaitée dans le cas des programmes de génie mécanique.

On remarque que les entreprises souhaitent voir se développer de manière plus importante la formule études-travail. L'accueil de stagiaires permet d'identifier et de former des candidats intéressants à embaucher après leurs études. Plusieurs entreprises interrogées assurent que ces stagiaires jouent un rôle important pour combler leurs besoins de main-d'œuvre.



On remarque que les entreprises souhaitent voir se développer de manière plus importante les apprentissages réalisés en milieu de travail.

L'impact de l'électrification des transports sur l'exercice des professions visées

05



Cette section documente l'impact actuel et à venir de l'électrification des transports sur l'exercice des dix principales professions concernées, ceci au regard de la main-d'œuvre actuelle et des besoins liés à cette main-d'œuvre, d'ici 2023. De même, les critères d'embauche (formation et expérience recherchée) pour ces professions sont aussi abordés⁸⁰. La formation continue actuellement déployée et les besoins à combler sont également précisés. En guise de rappel, l'information présentée ici est de nature qualitative.

5.1 —

Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)

5.1.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

L'ingénieur électricien et électronicien conçoit, planifie, étudie, évalue et met à l'essai les parties électriques et électroniques des produits et travaille au sein d'entreprises et d'organisations parmi les secteurs d'activité économiques suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	Recherche, design et conception de contrôles électroniques, de circuits imprimés et d'autres composants électroniques
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Recherche, design et conception de bornes de recharge, de dispositifs d'électronique de puissance et de sous-produits du groupe motopropulseur
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Design et conception de véhicules électriques
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	Entretien et réparation de véhicules électriques
Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611)	Installation de bornes de recharge

Le tableau suivant permet de distinguer, au sein des entreprises participantes à l'étude, la répartition des emplois actuels et la création d'emplois attendue, d'ici 2023.

⁸⁰ Les entreprises interrogées ont été invitées à préciser les trois postes les plus importants pour la réalisation de leurs projets en électrification des transports, c'est sur cette base qu'on a pu identifier les dix principales documentées dans la section 5.

Tableau 18

Répartition des emplois d'ingénieurs électriciens et électroniciens parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)					
	334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4851 (n = 9)	41611 (n = 2)	Total (n = 37)
Actuels	15	56	240	4	2	317
Ajouts d'ici 2023	8	55	22	0	0	85
Total	23	111	262	4	2	402

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

4851 : Services urbains de transport en commun

41611 : Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction

Source : MARCON, 2019.

Parmi les entreprises interrogées, ce sont les manufacturiers de véhicules électriques (fabrication de matériel de transport, SCIAN 336) qui embauchent la majorité des ingénieurs électriciens et électroniciens. D'ici 2023, par contre, les nouveaux emplois pour cette profession viendront principalement des manufacturiers de pièces et sous-produits de véhicules électriques. Les entreprises contactées qui emploient des ingénieurs électriques considèrent ce poste incontournable à leurs activités en électrification des transports.

5.1.2 Difficultés d'embauche

Les entreprises interrogées, en particulier celles œuvrant dans la fabrication de produits informatiques et électroniques, de matériel, d'appareils et de composantes électriques et de matériel de transport, font état d'une difficulté très répandue à recruter des ingénieurs électriciens et électroniciens. Ceci tient principalement au nombre encore restreint d'ingénieurs électriques sur le marché du travail avec un minimum de connaissances et d'expériences relatives aux véhicules électriques et aux bornes de recharge. La situation actuelle de quasi-plein emploi au Québec accentue les difficultés de recrutement.

Plusieurs entreprises ont témoigné avoir affiché des postes, mais sans pouvoir les combler. Certains confirment qu'il est également difficile de trouver des ingénieurs électriques spécialisés en électronique de puissance. La situation se complique dans le cas d'entreprises plus petites qui ne sont pas en mesure d'offrir des salaires aussi élevés que les plus grandes entreprises ou qui proposent des horaires atypiques.

Selon une des entreprises interrogées, un ingénieur électrique avec 5 ans d'expérience exige un salaire de 80 000 \$, selon le marché du travail actuel, soit 10 000 \$ de plus qu'un ingénieur mécanique avec une expérience similaire. Ceci tient à la plus grande rareté d'ingénieurs électriques avec expérience, et en particulier dans le secteur des transports. À cet effet, un manufacturier confirme devoir recruter en Europe.

Pour le moment, les difficultés de recrutement ne nuisent pas au développement des entreprises, mais on s'attend à ce que ce soit le cas dans un avenir proche, alors que les difficultés de recrutement vont se maintenir et les besoins d'embauches vont augmenter.

5.1.3 Formation et expérience recherchées

Un baccalauréat en génie électrique est habituellement exigé avec une expérience minimale de 2 à 3 ans pour les postes juniors et d'un minimum de 5 et 15 ans, dans le cas des postes intermédiaires et seniors. Dans certains cas, un baccalauréat en génie mécanique avec une spécialisation en électricité peut aussi convenir, en particulier dans le cas de postes spécifiques à la gestion de projet.

Différents programmes de formation initiale au baccalauréat permettent de former des candidats à cette profession. Les données recueillies du MEES montrent qu'au cours des dernières années, selon les programmes, le nombre de diplômes délivrés fluctue. MARCON a classifié la tendance du nombre de diplômés selon 3 catégories : stable, en augmentation ou en diminution. Pour les programmes de formation universitaire, ces données sont présentées pour l'ensemble du Québec, car elles ne sont pas disponibles en fonction des régions.

Tableau 19 —

Baccalauréats délivrés dans certains programmes d'études liés à la profession d'ingénieurs électriciens et électroniciens au Québec, 2013 à 2017⁸¹

Ingénierie (univ. , prog. 5350)								
							Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2018^P	2013-18	2013-17
Baccalauréats	12	12	13	8	12	10	67	Stable

Génie mécanique (univ. , prog. 5360)								
							Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2018^P	2013-18	2013-17
Baccalauréats	820	857	928	948	990	1082	5625	Augmentation

Génie industriel et administratif (univ., prog. 5363)								
							Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2018^P	2013-18	2013-17
Baccalauréats	218	236	270	278	306	350	1658	Augmentation

P : Les données de 2018 sont provisoires.

⁸¹ MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système GDEU, données au 10 mai 2019.

5.1.4 Autres exigences d'embauche

Voici l'éventail des compétences, des savoir-faire et des connaissances recherchés auprès d'ingénieurs électriques :

- > Conception de prototypes et adaptation et amélioration de produits électriques
- > Compétence en conception électronique
- > Connaissances de différents logiciels de conception (ex. : Iplan, SolidWorks 3D, RapidHarness) et de gestion des exigences (ex. : Proengineer, Windchill, Polarion, Doors)
- > Compétences en programmation informatique
- > Gestion de projets (planification, relation avec le client, finance, risques associés aux projets)
- > Connaissances techniques en électricité et en conception de schémas électriques
- > Connaissance des composantes et des technologies en mobilité électrique (systèmes de batteries, recharge de batteries)
- > Capacité à résoudre des problèmes complexes
- > Avoir des notions en ingénierie mécanique
- > Maîtrise du langage de production
- > Connaissance des tests à effectuer (ex. : tests électromagnétiques, tests électriques moteurs)
- > Savoir lire les divers plans électriques

Autres qualités

- > Autonomie et autodidacte
- > Esprit d'analyse
- > Minutie
- > Débrouillardise
- > Capacité à travailler en équipe et à se faire confronter par ses pairs
- > Capacité à identifier les coûts des pièces par fournisseur
- > Leadership
- > Bilinguisme
- > Compréhension des marchés et veille concurrentielle
- > Représentation et communication aux clients

En résumé, selon les postes, les entreprises sont susceptibles d'exiger un ensemble de compétences et de connaissances, incluant l'électronique, l'électricité, la programmation informatique et la gestion de projets.



5.2 — Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)

5.2.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

L'ingénieur et concepteur en logiciels étudie, conçoit, évalue et intègre différents logiciels aux véhicules électriques, aux bornes de recharge et à différentes pièces et sous-produits qui entrent dans leur fabrication.

Cet ingénieur travaille au sein d'entreprises parmi les secteurs d'activités suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	Recherche, design et conception de logiciels intégrés à des circuits imprimés et à des contrôles électroniques
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Recherche, design et conception de logiciels intégrés à des bornes de recharge
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Recherche, design et conception de logiciels intégrés à des véhicules électriques, des sous-produits du groupe motopropulseur et à l'électronique de puissance pour VÉ

Le tableau suivant permet de distinguer, au sein des entreprises consultées, la répartition des emplois actuels et des nouveaux emplois attendus d'ici 2023.

Tableau 20 —
Répartition des emplois d'ingénieurs et concepteurs en logiciels parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)			
	334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	Total
Actuels	4	29	127	160
Ajouts d'ici 2023	2	15	30	47
Total	6	44	157	207

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

Source : MARCON, 2019.

Les manufacturiers de véhicules électriques (SCIAN 336) et de sous-produits de véhicules électriques (SCIAN 335) embauchent, en ce moment, la majorité des ingénieurs et concepteurs en logiciels et seront aussi responsables de la majorité de la création d'emplois attendus, d'ici 2023.

5.2.2 Difficultés d'embauche

Plusieurs manufacturiers confirment des besoins croissants de main-d'œuvre liés au développement de logiciels et de logiciels embarqués (intégrés à l'intérieur d'équipements), en raison des véhicules électriques qui sont de plus en plus « intelligents ». Selon les commentaires recueillis, les développeurs de logiciels doivent de plus en plus avoir des connaissances en électronique de puissance, mais ceci fait défaut dans leur formation.

Un peu plus de la moitié des fabricants interrogés (de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) et de matériel de transport (SCIAN 336)), qui embauchent des ingénieurs et concepteurs en logiciels, confirment avoir de la difficulté à recruter ces professionnels. En plus de la rareté de main-d'œuvre disponible liée au faible taux de chômage, d'autres facteurs sont aussi mis en cause par certains :

- > La nature très spécialisée du poste;
- > La difficulté d'entreprises plus petites à concurrencer les salaires offerts par les grandes entreprises;
- > Les horaires atypiques (quarts de soir et de nuit).

Les difficultés de recrutement compliquent les opérations. Quelques-unes des entreprises interrogées disent devoir réduire la cadence des projets. Pour l'une d'elles, la situation est même considérée comme critique à la survie de l'entreprise. Dans l'ensemble, les responsables interrogés s'attendent généralement à ce que ces difficultés se maintiennent ou s'accroissent au cours des prochaines années.

5.2.3 Formation et expérience recherchées

Alors qu'on recherche généralement des diplômés du baccalauréat en génie du logiciel ou en génie informatique, certains employeurs vont aussi considérer des diplômés du baccalauréat en génie électrique – informatique ou en génie électrique. Différents programmes de formation initiale au baccalauréat permettent de former des candidats à cette profession. Les données recueillies auprès du MEES montrent qu'au cours des dernières années, selon les programmes, le nombre de diplômés a été, globalement, relativement stable. Pour les programmes de formation universitaire, ces données sont présentées pour l'ensemble du Québec, car elles ne sont pas disponibles en fonction des régions.

Tableau 21

Baccalauréats délivrés dans certains programmes d'études liés à la profession d'ingénieurs et concepteurs en logiciels au Québec, 2013 à 2017⁸²

Sciences de l'informatique (univ., prog. 5340)								
							Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2018^P	2013-18	2013-17
Baccalauréats	760	857	1060	997	1109	1315	6098	Augmentation

Ingénierie (univ., prog. 5350)								
							Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2018^P	2013-18	2013-17
Baccalauréats	12	12	13	8	12	10	67	Stable

Génie électrique, électronique et des communications (univ., prog. 5359)								
							Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2018^P	2013-18	2013-17
Baccalauréats	544	508	549	539	464	492	3096	Diminution

Génie informatique de la construction des ordinateurs (univ., prog. 5373)								
							Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2018^P	2013-18	2013-17
Baccalauréats	167	168	145	149	262	315	1206	Augmentation

P : Les données de 2018 sont provisoires.

Bien que l'expérience demandée puisse varier selon les besoins et la spécificité du poste, on souhaite généralement que le candidat ait un minimum de 2-3 ans d'expérience et préférablement 5 ans ou plus. Pour les postes seniors, les entreprises demandent plus de 7 ans et jusqu'à 15 ans d'expérience dans le développement de logiciels embarqués. Quelques-unes des entreprises interrogées confirment qu'en raison de la rareté de la main-d'œuvre, on doit considérer des finissants qui sortent de l'école, avec une préférence pour ceux qui ont fait un stage dans l'entreprise.

⁸² MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système GDEU, données au 10 mai 2019.

5.2.4 Autres exigences d'embauche

Voici l'éventail des compétences, des savoir-faire et des connaissances recherchés auprès de l'ingénieur et concepteur en logiciels par secteur d'activité économique :

Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)

- > Maîtrise de langages de programmation (ex. : C++, Piton)
- > Esprit d'analyse
- > Consciencieux

Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)

- > Être un concepteur généraliste capable d'intervenir dans différents environnements
- > Comprendre l'architecture infonuagique (Dot.net, JavaScript, HTML)
- > Pouvoir travailler une application et comprendre l'interface usager
- > Être en mesure de concevoir l'architecture de l'outil

Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)

- > Être à l'aise avec les logiciels Solidworks et CAD
- > Connaître les tests unitaires
- > Connaître une norme / méthode de développement logiciel (ex. : DO-178B, EN 50128, ISO 29110, ISO 26262 ou autre), un atout
- > Connaître l'approche *Model-Based Design* (Matlab/Simulink ou similaire), un atout
- > Être habile à travailler avec des équipes multidisciplinaires

En complément, quelques-unes des entreprises interrogées soulignent qu'avec le développement de l'électrification des transports, il deviendra important que les étudiants y soient déjà sensibilisés à l'université. Ce n'est pas le cas en ce moment.

5.3 — Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)

5.3.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

Les technologues et techniciens en génie électronique et électrique fournissent des services techniques en matière de conception, de mise au point, d'essai, de production et d'exploitation du matériel et des systèmes électroniques et électriques au sein des secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	Recherche, design et conception de circuits imprimés et autres composants électroniques
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Recherche, design et conception de bornes de recharge et de sous-produits du groupe motopropulseur
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Design, conception et fabrication de véhicules électriques
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	Entretien et maintenance de véhicules électriques

Le tableau suivant permet de comparer la répartition des emplois actuels et des nouveaux emplois attendus d'ici 2023.

Tableau 22 —

Répartition des emplois de technologues et techniciens en génie électronique et électrique parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)				Total
	334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4851 (n = 8)	
Actuels	32	15	21	6	74
Ajouts d'ici 2023	18	62	3	0	83
Total	50	77	24	6	157

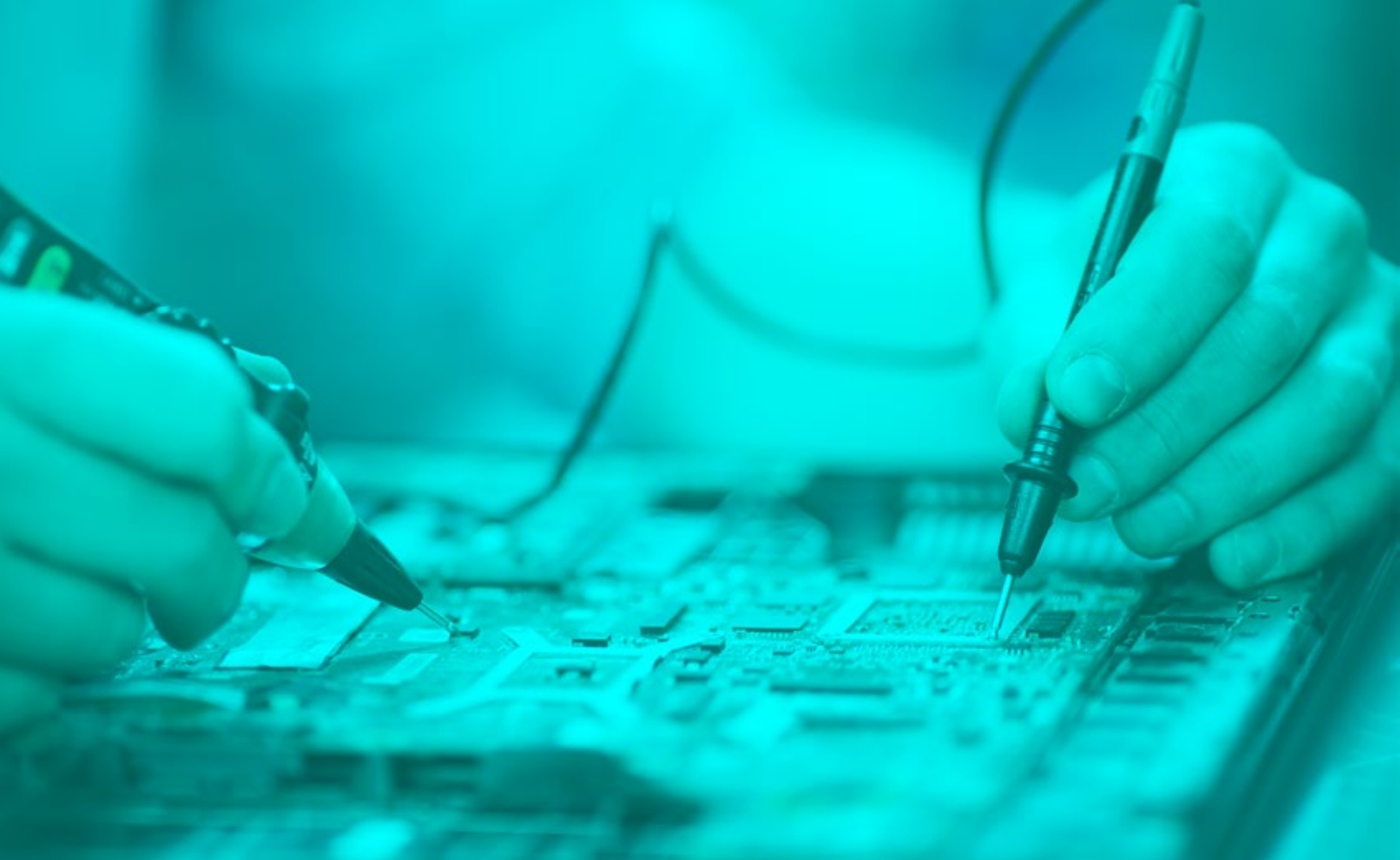
334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

4851 : Services urbains de transport en commun

Source : MARCON, 2019.



Alors que les emplois sont, à l'heure actuelle, surtout concentrés parmi les fabricants de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) et les fabricants de matériel de transport (SCIAN 336), les créations d'emplois à venir concerneront davantage les fabricants de matériel, d'appareils et de composants électriques (manufacturiers de bornes de recharge et de sous-produits du groupe motopropulseur) (SCIAN 335). La création d'emplois attendue découle du déploiement d'un nombre croissant de bornes de recharges privées et publiques.

5.3.2 Difficultés d'embauche

Les difficultés d'embauche de technologues et techniciens en génie électronique et électrique se concentrent surtout parmi les fabricants de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335). Les entreprises interrogées confirment qu'en plus de leur faible nombre, les candidats à des postes de techniciens en génie électrique ont souvent un cheminement et des expériences de travail en maintenance industrielle d'usines et non dans le secteur des transports ou en automatisation.

Quelques fabricants de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) aussi concernés par les difficultés d'embauches pour ce poste avancent que les étudiants sont peu nombreux à considérer travailler pour une entreprise d'assemblage de circuits imprimés. Pour ces entreprises, s'ajoutent des difficultés spécifiques au recrutement pour les quarts de soir et de nuit et le manque de compétitivité des salaires offerts par rapport à d'autres secteurs industriels pour des postes équivalents.

Ils doivent de plus être sensibilisés aux véhicules électriques à basse tension, incluant les vélos électriques. Une entreprise dit rechercher des techniciens spécialisés en cycles électroniques, mais elle doit les former à l'interne, faute de formation disponible au Québec. Les personnes recherchées ne peuvent se limiter aux fonctions des électroniciens, ils doivent de plus être sensibilisés aux vélos électriques.

Pour le moment, les difficultés d'embauche ne nuisent pas au développement des entreprises consultées, mais deux d'entre elles s'attendent à ce que ce soit le cas au cours des prochaines années.

5.3.3 Formation et expérience recherchées

On recherche des diplômés disposant d'une formation technique et de connaissances en électronique de puissance et en électricité. Différents programmes de formation initiale, de niveau collégial, permettent de former des candidats à cette profession, ceux-ci sont énumérés au tableau suivant. Ce tableau, élaboré à partir des données du MEES, montre qu'au cours des dernières années, selon les programmes, le nombre de diplômés a été globalement en légère augmentation à l'échelle de la province. On note cependant une tendance à la baisse dans certaines régions selon les programmes.

Tableau 23

Diplômes délivrés dans le cadre des programmes d'études menant à la profession de technologues et techniciens en génie électronique et électrique au Québec, 2013 à 2017, selon la région de l'organisme de diplomation⁸³

Technologie de systèmes ordinés (DEC prog. 243.A0)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Capitale-Nationale (03)	11	12	5	8	9	45	Stable
Estrie (05)	5	8	11	6	9	39	Augmentation
Montréal (06)	28	24	27	27	22	128	Diminution
Outaouais (07)	7	5	13	6	5	36	Stable
Laurentides (15)	6	6	5	8	14	39	Augmentation
Total	57	55	61	55	59	287	Stable

Technologie de l'électronique (DEC prog. 243.B0)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	12	11	7	12	11	53	Stable
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	8	6	14	6	15	49	Stable
Capitale-Nationale (03)	31	34	15	34	34	148	Stable
Mauricie (04)	12	7	6	5	9	39	Stable
Estrie (05)	7	7	5	12	5	36	Stable
Montréal (06)	89	69	76	77	79	390	Diminution
Outaouais (07)	8	6	3	9	12	38	Augmentation
Côte-Nord (09)	0	0	0	0	1	1	ND
Laval (13)	6	8	14	9	7	44	Stable
Lanaudière (14)	6	7	10	9	6	38	Stable
Laurentides (15)	10	6	16	6	10	48	Stable
Montérégie (16)	18	26	23	14	24	105	Stable
Centre-du-Québec (17)	8	3	4	1	0	16	ND
Total	215	190	193	194	213	1005	Stable

⁸³ MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », SYSEC, données au 23 février 2019.

Tableau 23 (suite)

Technologie de l'électronique industrielle (DEC prog. 243.CO)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	19	15	25	23	24	106	Augmentation
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	33	24	27	30	36	150	Stable
Capitale-Nationale (03)	13	15	17	12	19	76	Augmentation
Mauricie (04)	20	14	15	15	14	78	Diminution
Estrie (05)	20	18	11	9	22	80	Stable
Montréal (06)	51	72	69	86	73	351	Augmentation
Outaouais (07)	1	0	0	1	0	2	ND
Abitibi-Témiscamingue (08)	13	10	13	8	15	59	Stable
Côte-Nord (09)	29	24	23	28	21	125	Diminution
Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine (11)	2	0	0	1	0	3	ND
Chaudière-Appalaches (12)	15	21	16	20	20	92	Stable
Laval (13)	14	19	10	14	15	72	Stable
Lanaudière (14)	20	19	17	19	20	95	Stable
Montréal (16)	34	34	40	27	32	167	Stable
Centre-du-Québec (17)	14	10	8	11	12	55	Stable
Total	298	295	291	304	323	1511	Augmentation

Technologie du génie physique (DEC prog. 244.A0)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	11	7	8	3	12	41	Stable
Montréal (06)	27	21	18	38	37	141	Augmentation
Total	38	28	26	41	49	182	Augmentation

En complément, on demande souvent entre 2 à 4 ans d'expérience pertinente et jusqu'à 5 à 8 ans d'expérience. Certaines entreprises affirment que le manque de candidats disponibles sur le marché avec ce nombre d'années d'expérience amène à considérer plus volontiers les étudiants finissants qui ont une expérience de stagiaire dans l'entreprise et même des candidats sans expérience qui sortent de l'école.

Certaines entreprises interrogées notent aussi que les détenteurs d'un DEC menant à la profession de technologue et technicien en génie électronique et électrique ne sont pas exposés au secteur des transports et aux véhicules électriques.



Certaines entreprises interrogées notent que les détenteurs d'un DEC menant à la profession de technologue et technicien en génie électronique et électrique ne sont pas exposés au secteur des transports et aux véhicules électriques.

5.3.4 Autres exigences d'embauche

D'autres exigences à l'embauche de techniciens en génie électronique et électrique sont soulignées par les entreprises :

Recherche/conception

- > Savoir déterminer les composantes et pièces nécessaires pour le produit à fabriquer
- > Capacité à savoir lire un devis client, de même que des plans et instructions
- > Détenir des connaissances en électricité et systèmes électriques
- > Habilités mécaniques
- > Être en mesure de concevoir un produit
- > Gestion de la certification des produits (CSA et autres normes applicables)

Informatique

- > Connaître les langages de programmation
- > Maîtrise des logiciels Excel et Word

Autres

- > Être en mesure d'analyser les défauts et de résoudre des problèmes
- > Savoir interpréter les schémas électriques Gerber
- > Pouvoir gérer la relation avec le client
- > Habileté à travailler avec les employés de production
- > Être en mesure d'établir la procédure de travail
- > Pouvoir expliquer à l'employé le travail à faire
- > S'assurer que les étapes soient bien suivies
- > Être capable de fournir un soutien à l'équipe de production

5.4 — Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)

5.4.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

Les technologues et techniciens en génie mécanique conçoivent, développent et mettent à l'essai les portions mécaniques de produits au sein d'entreprises parmi les secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	Recherche, design et conception de circuits imprimés et d'autres composants électroniques
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Recherche, design et conception de bornes de recharge, de sous-produits du groupe motopropulseur
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Design, conception et fabrication de véhicules électriques
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	Entretien et maintenance de véhicules électriques

Le tableau suivant permet de comparer la répartition des emplois actuels et des nouveaux emplois attendus d'ici 2023.

Tableau 24 —

Répartition des emplois de technologues et techniciens en génie mécanique parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)				
	334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4851 (n = 9)	Total (n = 35)
Actuels	4	8	43	1	56
Ajouts d'ici 2023	5	55	3	0	63
Total	9	63	46	1	119

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

4851 : Services urbains de transport en commun

Source : MARCON, 2019.

En ce moment, les emplois sont largement concentrés parmi les fabricants de matériel de transport (SCIAN 336), mais la création d'emplois se fera principalement auprès des fabricants de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335). Cette création d'emplois attendue découle du déploiement d'un nombre croissant de bornes de recharges privées et publiques.

Certains responsables d'entreprises avancent que le poste de technicien en génie mécanique évolue vers celui de technicien en mécatronique (intègre à la fois des tâches liées à la mécanique, l'informatique, l'électricité et l'électronique). Ceci se traduit par des techniciens polyvalents, capable d'œuvrer à la fois en mécanique et en électricité.

5.4.2 Difficultés d'embauche

Parmi les 10 entreprises interrogées qui embauchent des technologues et techniciens en génie mécanique, deux entreprises en fabrication de matériel de transport confirment avoir des difficultés à pourvoir ce poste. L'une d'entre elles pourrait facilement avoir 2 ou 3 techniciens en génie mécanique de plus et dit devoir refuser des contrats par manque de main-d'œuvre.

5.4.3 Formation et expérience recherchées

Selon l'appellation du poste, les entreprises vont exiger différentes formations :

Postes	Formation demandée
Chargé de projet / Technicien en conception mécanique	DEC Techniques de génie mécanique
Technicien en mécatronique	DEC Techniques de génie mécanique ou Technologie de l'électronique industrielle ⁸⁴ (ou Baccalauréat en génie électrique)

Différents programmes de formation initiale au collégial permettent de former des candidats à cette profession. Les données du MEES, présentées au tableau suivant, montrent qu'au cours des dernières années, selon les programmes, le nombre de diplômés a été globalement en diminution à l'échelle de la province. Il y a une tendance à la baisse du nombre de diplômés au programme Techniques de génie mécanique dans une majorité de régions.

⁸⁴ Les répondants aux entrevues individuelles faisaient référence à un DEC en génie électrique.

Tableau 25

Diplômes délivrés dans le cadre du programme d'étude Techniques de génie mécanique, 2013 à 2017, selon la région de l'organisme de diplomation⁸⁵

Techniques de génie mécanique (DEC, prog. 241.A0)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	11	13	15	9	13	61	Stable
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	34	30	31	27	25	147	Diminution
Capitale-Nationale (03)	44	38	37	49	33	201	Diminution
Mauricie (04)	25	26	30	29	20	130	Stable
Estrie (05)	34	40	37	31	33	175	Stable
Montréal (06)	118	117	124	104	110	573	Diminution
Ontario (07)	13	17	18	12	13	73	Stable
Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine (11)	ND	1	ND	ND	ND	1	ND
Chaudière-Appalaches (12)	35	26	32	26	33	152	Diminution
Laurentides (15)	21	26	23	33	33	136	Augmentation
Montréal (16)	50	59	61	59	56	285	Augmentation
Centre-du-Québec (17)	13	15	22	22	12	84	Stable
Total	398	408	430	401	381	2018	Diminution

En complément, les entreprises interrogées demandent un minimum de 3 à 5 ans d'expérience pertinente.

5.4.4 Autres exigences d'embauche

D'autres exigences à l'embauche de technologue et technicien en génie mécanique sont soulignées par les entreprises :

- > Connaissances en mécanique du véhicule
- > Connaissances en design industriel
- > Savoir utiliser les logiciels de dessin assistés par ordinateur (ex. : Autodesk, SolidEdge, Concept 3D, Autocad)
- > Doit être autonome

⁸⁵ MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », SYSEC, données au 23 février 2019.

5.5 —

Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)

5.5.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

Les mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus travaillent au sein d'entreprises des secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Soutien au dépannage après-vente de véhicules électriques chez le client
Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)	Entretien et réparation de véhicules électriques
Services urbains de transports en commun (SCIAN 4851)	Entretien et réparation de véhicules électriques

Aux fins de la présente étude, le poste de préposé de service a été classé dans cette profession. Celui-ci est responsable d'effectuer la liste des inspections à faire en lien avec la ronde de sécurité exigée par le gouvernement du Québec. Il s'occupe de ravitailler le véhicule, de sa propreté et de faire différentes vérifications (ex. : niveaux d'huile, boîte de transfert).

Le tableau suivant permet de comparer la répartition des emplois actuels et des nouveaux emplois attendus d'ici 2023.

Tableau 26 — Répartition des emplois de mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)			
	336 (n = 12)	4411 (n = 5)	4851 (n = 8)	Total
Actuels	6	287	340	633
Ajouts d'ici 2023	0	0	17	17
Total	6	287	357	650

336 : Fabrication de matériel de transport

4411 : Concessionnaires d'automobiles

4851 : Services urbains de transport en commun

Source : MARCON, 2019.

Toutes les sociétés de services urbains de transport en commun (SCIAN 4851) et tous les concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411) interrogés embauchent des mécaniciens et ce poste est incontournable à leurs activités en lien avec l'électrification des transports.

Par contre, l'électrification des transports n'est pas en soi susceptible d'entraîner, à l'horizon de 2023, une importante création de nouveaux emplois de mécaniciens, car les entreprises concernées ont en général déjà en main les effectifs nécessaires pour les prochaines années et ceux-ci détiennent les compétences requises en lien avec l'électrification des transports.

Les concessionnaires d'automobiles interrogés expérimentent les automobiles hybrides et zéro émission depuis plusieurs années déjà et affirment avoir en place les effectifs permettant de faire face à une éventuelle augmentation de la demande en services de réparation mécanique.

Dans le cas des sociétés de transport urbain, celles-ci expérimentent aussi déjà depuis plusieurs années les autobus hybrides. Ces organisations comptent, au sein de leur personnel, des mécaniciens de véhicules lourds qui s'occupent de la mécanique diesel et des électriciens de véhicules lourds qui sont responsables de l'entretien de la portion électrique. L'ajout de nouveaux postes de mécaniciens parmi les sociétés de transport urbain découle, avant tout, d'une expansion du nombre de circuits d'autobus et des distances totales parcourues.

Le passage aux autobus zéro émission amènera des tâches liées à la gestion de la batterie ainsi qu'aux consignes de sécurité. Au fur et à mesure que le parc d'autobus s'électrifiera à partir de 2025, il faudra former un plus grand nombre de mécaniciens de véhicules lourds en poste afin d'en faire des électriciens de véhicules lourds. Toutefois, comme l'électrification se fera graduellement sur une période d'environ 16 ans, les postes de mécaniciens de véhicules lourds et d'électriciens de véhicules lourds sont susceptibles de cohabiter jusqu'à ce que l'ensemble du parc d'autobus soit électrifié. Peu de changements sont à prévoir d'ici 2023.

Dans le cas des préposés de service, le passage aux autobus électriques devrait avoir un impact moindre et les ajustements à apporter ne seront pas considérables. Certaines tâches (ex. : ravitaillement des niveaux d'essence et d'huile) deviendront obsolètes et d'autres pourraient s'ajouter (ex. : coordination de la recharge des batteries).

5.5.2 Difficultés d'embauche

Selon différents témoignages recueillis, il devient de plus en plus difficile de recruter des mécaniciens, surtout pour les sociétés de transport urbain. Ceci découle d'un ensemble de facteurs :

- > L'absence de programme de formation initiale permettant de former les électriciens de véhicules lourds;
- > Les départs croissants de mécaniciens à la retraite;
- > La diminution du nombre d'étudiants qui s'orientent vers la profession de mécanicien, dans certaines régions;
- > La difficulté à pourvoir des postes de soir, car les autobus roulent le jour et doivent être entretenus le soir.

Pour le moment, on parvient tant bien que mal à pourvoir les postes, mais, de plus en plus, on évoque une situation de rareté de la main-d'œuvre.

5.5.3 Formation et expérience recherchées

Les exigences spécifiques aux concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411) et aux services urbains de transport en commun (SCIAN 4851) sont présentées ici.

Concessionnaires d'automobiles

Le DEP Mécanique automobile est exigé par les concessionnaires d'automobiles pour le poste de mécanicien.

Les données recueillies auprès du MEES et résumées au tableau suivant montrent qu'au cours des dernières années, le nombre de diplômés a été globalement en augmentation à l'échelle de la province. On observe cependant une tendance à la baisse dans plusieurs régions.

Tableau 27

Nombre de diplômes émis⁸⁶ dans le cadre du programme d'étude Mécanique automobile, par région administrative, 2013 à 2017⁸⁷

Mécanique automobile (DEP prog. 5298)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	20	24	30	29	21	124	Stable
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	41	42	36	25	39	183	Stable
Capitale-Nationale (03)	80	87	103	102	71	443	Diminution
Mauricie (04)	40	48	29	38	45	200	Stable
Estrie (05)	45	58	44	31	35	213	Diminution
Montréal (06)	321	429	428	443	474	2095	Augmentation
Outaouais (07)	44	60	65	46	85	300	Augmentation
Abitibi-Témiscamingue (08)	2	13	9	14	12	50	Augmentation
Côte-Nord (09)	7	5	5	11	8	36	Stable
Nord-du-Québec (10)	0	3	0	0	0	3	ND
Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine (11)	6	6	5	8	9	34	Stable
Chaudière-Appalaches (12)	80	79	63	52	65	339	Diminution
Laval (13)	38	57	56	47	61	259	Augmentation
Lanaudière (14)	23	29	40	23	34	149	Augmentation
Laurentides (15)	109	85	100	103	90	487	Diminution
Montérégie (16)	152	196	155	214	190	907	Augmentation
Centre-du-Québec (17)	51	51	48	40	40	230	Diminution
Inconnue	1	1	2	0	2	6	ND
Total	1060	1273	1218	1226	1281	6058	Augmentation

Les entreprises interrogées demandent généralement une expérience minimale de 1 à 3 ans, et idéalement jusqu'à 4-5 ans. L'évaluation des candidats se fait toutefois au cas par cas. De l'avis de certains responsables interrogés, les candidats démontrant une motivation hors pair pour les véhicules électriques pourraient être considérés même en l'absence de la formation ou de l'expérience demandée. Le candidat serait alors formé, à l'interne, par compagnonnage. Fait à noter, les mécaniciens des concessionnaires, qui vendent des véhicules hybrides ou électriques, reçoivent une formation sur les nouvelles technologies, notamment les véhicules hybrides et électriques. Sans cette formation (demandée par les manufacturiers de véhicules), ces derniers n'ont pas le droit d'effectuer l'entretien et la réparation de ce type de véhicules.

Quelques-uns des concessionnaires interrogés confirment également embaucher des maîtres mécaniciens. Il s'agit de mécaniciens plus expérimentés. Pour ces postes, on va exiger le DEP Mécanique automobile et un minimum de 3 ans d'expérience à titre de mécanicien.

⁸⁶ Un élève peut recevoir plus d'un diplôme durant une même année civile de diplomation.

⁸⁷ MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système Charlemagne, données au 7 février 2019.

Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)

En général, les sociétés de transport en commun interrogées exigent le DEP Mécanique de véhicules lourds routiers pour le poste de mécanicien⁸⁸.

Les données recueillies auprès du MEES et résumées au tableau suivant montrent qu'au cours des dernières années, le nombre de diplômés a été, globalement, en légère augmentation à l'échelle de la province. Ceci a cependant été accompagné d'une baisse dans plusieurs régions.

Tableau 28

Nombre de diplômes émis⁸⁹ dans le cadre du programme d'étude Mécanique de véhicules lourds routiers, par région administrative, 2013 à 2017⁹⁰

Mécanique de véhicules lourds routiers (DEP prog. 5330)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	7	12	11	11	12	53	Augmentation
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	27	30	35	32	32	156	Stable
Capitale-Nationale (03)	26	29	17	20	16	108	Diminution
Mauricie (04)	52	54	44	57	45	252	Diminution
Estrie (05)	24	31	24	22	23	124	Stable
Montréal (06)	130	106	118	116	136	606	Stable
Outaouais (07)	22	12	23	23	30	110	Augmentation
Abitibi-Témiscamingue (08)	8	10	12	14	13	57	Augmentation
Chaudière-Appalaches (12)	39	31	30	22	22	144	Diminution
Laurentides (15)	50	40	40	37	40	207	Diminution
Montérégie (16)	25	47	30	24	30	156	Augmentation
Centre-du-Québec (17)	0	0	0	20	25	45	ND
Inconnue	0	1	1	1	0	3	ND
Total	410	403	385	399	424	2021	Augmentation

Les entreprises interrogées recherchent des candidats avec une expérience minimale de 2 à 3 ans, et idéalement jusqu'à 5 ans en mécanique de véhicules lourds ou d'autobus. Par contre, face à une plus grande rareté de main-d'œuvre d'expérience, on va aussi considérer l'embauche de nouveaux diplômés sans expérience. Le candidat doit être disponible à travailler le soir ou la nuit. Dans le cas du préposé de service, les entreprises contactées vont généralement embaucher des diplômés du secondaire qui seront formés à l'interne.

⁸⁸ Exemples : École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal (ÉMEMM), Centre de formation professionnelle Paul-Gérin-Lajoie et Centre de formation des transports routiers de Saint-Jérôme.

⁸⁹ Un élève peut recevoir plus d'un diplôme durant une même année civile de diplomation.

⁹⁰ MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système Charlemagne, données au 7 février 2019.



De la même manière que chez les concessionnaires, les mécaniciens et réparateurs de camions et d'autobus reçoivent une formation sur les nouvelles technologies, notamment les véhicules hybrides et électriques.

5.5.4 Autres exigences d'embauche

D'autres exigences spécifiques aux concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411) et aux services urbains de transport en commun (SCIAN 4851) sont détaillées ici.

Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)

Les mécaniciens et les maîtres mécaniciens doivent être compétents en mécanique et pouvoir faire la bonne réparation du premier coup et le plus rapidement possible. S'ils ne connaissent pas déjà les véhicules électriques, ils doivent faire preuve d'un intérêt à apprendre sur le sujet et à être formé à cet effet par le concessionnaire.

Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)

Les entreprises interrogées cherchent des mécaniciens polyvalents et capables de travailler sur les différentes parties de l'autobus, incluant tout ce qui touche à l'électricité de basse tension et à l'électronique. Le volet électrique de haute tension est la responsabilité unique de l'électricien de véhicules lourds.

Ces employés doivent être compétents dans le diagnostic des problèmes, la réparation et le remplacement des pièces et la validation des réparations effectuées. La connaissance des véhicules hybrides et des moteurs Cummins est un atout. Avec la venue des autobus zéro émission, les compétences en manipulation sécuritaire des batteries vont s'ajouter à cette liste.

De la même manière que chez les concessionnaires, les mécaniciens et réparateurs de camions et d'autobus reçoivent une formation sur les nouvelles technologies, notamment les véhicules hybrides et électriques. Sans cette formation (demandée par les fabricants), ces derniers n'ont pas le droit d'effectuer l'entretien et la réparation de ce type de véhicules.

5.6 — Électromécaniciens (CNP 7333)

5.6.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

Les électromécaniciens entretiennent, mettent à l'essai, remettent à neuf et réparent des moteurs électriques. Ils interviennent au sein d'entreprises des secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Service après-vente de sous-produits du groupe motopropulseur
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Service après-vente de sous-produits du groupe motopropulseur
Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)	Entretien et réparation de véhicules électriques
Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)	Entretien et réparation de véhicules électriques

Le tableau suivant permet de comparer la répartition des emplois actuels et des nouveaux emplois attendus d'ici 2023.

Tableau 29
Répartition des emplois d'électromécaniciens parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)				Total
	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4411 (n = 5)	4851 (n = 8)	
Actuels	50	3	4	4	61
Ajouts d'ici 2023	0	3	5	2	10
Total	50	6	9	6	71

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques
336 : Fabrication de matériel de transport
4411 : Concessionnaires d'automobiles
4851 : Services urbains de transport en commun

Source : MARCON, 2019.

Les emplois actuels d'électromécaniciens se concentrent principalement au sein de fabricants de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) et peu de nouveaux emplois sont attendus d'ici 2023.

En raison du faible nombre d'étudiants formés à l'AEC Technologie des véhicules électriques au Cégep de Saint-Jérôme, plusieurs entreprises ont soulevé avoir recours au DEP Électromécanique de systèmes automatisés combiné avec de l'expérience pour combler des postes d'électromécanicien (en tant que mécanicien de véhicules électriques). Ceci s'observe aussi dans le cas de postes relatifs à la portion électrique des autobus hybrides, bien qu'avec les contrôles électroniques accrus dans les autobus cette formation spécifique au secteur industriel est moins adaptée.

5.6.2 Difficultés d'embauche

Parmi les entreprises contactées qui emploient des électromécaniciens, aucune n'a témoigné de difficulté particulière d'embauche.

5.6.3 Formation et expérience recherchées

Les candidats aux postes d'électromécaniciens doivent détenir un DEP en Mécanique industrielle de construction et d'entretien et un minimum de 5 ans d'expérience spécifique aux génératrices ou aux moteurs électriques.

Les données du MEES, présentées dans le tableau suivant, montrent qu'au cours des dernières années, le nombre de diplômés au programme de mécanique industrielle de construction et d'entretien au Québec a été, dans l'ensemble, en augmentation à l'échelle de la province et dans la plupart des régions, mais aussi en baisse pour quelques-unes.

Tableau 30

Nombre de diplômes émis⁹¹ dans le cadre des programmes d'étude Mécanique industrielle de construction et d'entretien et Électromécanique de systèmes automatisés, par région administrative, 2013 à 2017⁹²

Mécanique industrielle de construction et d'entretien (DEP prog. 5260)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	10	15	13	14	12	64	Stable
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	54	71	39	31	55	250	Stable
Capitale-Nationale (03)	13	13	19	8	21	74	Augmentation
Mauricie (04)	19	28	29	34	26	136	Augmentation
Estrie (05)	19	17	20	14	23	93	Stable
Montréal (06)	64	57	69	83	76	349	Augmentation
Outaouais (07)	15	36	16	17	21	105	Stable
Abitibi-Témiscamingue (08)	23	23	35	40	39	160	Augmentation
Côte-Nord (09)	24	24	25	19	23	115	Stable
Nord-du-Québec (10)	0	6	0	2	6	14	ND
Chaudière-Appalaches (12)	41	48	22	36	27	174	Diminution
Laval (13)	34	48	42	44	50	218	Augmentation
Lanaudière (14)	27	28	34	37	40	166	Augmentation
Laurentides (15)	37	40	41	30	30	178	Diminution
Montérégie (16)	80	57	67	54	45	303	Diminution
Centre-du-Québec (17)	32	50	32	46	42	202	Augmentation
Inconnue	0	2	1	0	0	3	ND
Total	492	563	504	509	536	2604	Augmentation

⁹¹ Un élève peut recevoir plus d'un diplôme durant une même année civile de diplomation.

⁹² MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système Charlemagne, données au 7 février 2019.

Tableau 30 (suite)

Électromécanique de systèmes automatisés (DEP prog. 5281)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	9	24	14	28	19	94	Augmentation
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	60	37	39	37	44	217	Diminution
Capitale-Nationale (03)	38	48	43	40	54	223	Augmentation
Mauricie (04)	49	44	24	45	53	215	Stable
Estrie (05)	45	29	34	29	39	176	Stable
Montréal (06)	195	226	248	253	295	1217	Augmentation
Outaouais (07)	19	20	13	21	22	95	Stable
Abitibi-Témiscamingue (08)	24	22	21	30	38	135	Augmentation
Côte-Nord (09)	12	7	5	9	14	47	Stable
Nord-du-Québec (10)	ND	ND	ND	ND	4	4	ND
Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine (11)	22	33	18	13	19	105	Stable
Chaudière-Appalaches (12)	66	81	115	112	109	483	Augmentation
Laval (13)	76	62	55	72	56	321	Diminution
Lanaudière (14)	54	60	52	58	47	271	Stable
Laurentides (15)	50	47	57	80	85	319	Augmentation
Montréal (16)	175	171	172	185	205	908	Augmentation
Centre-du-Québec (17)	49	68	49	62	53	281	Stable
Inconnue	ND	ND	1	ND	ND	1	ND
Total	943	979	960	1074	1156	5108	Augmentation

5.7

Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522)

5.7.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

L'assembleur, contrôleur et vérificateur de véhicules automobiles assemble les pièces et les éléments préfabriqués pour former des sous-ensembles et des véhicules finis au sein d'entreprises des secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Assemblage de sous-produits du groupe motopropulseur
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Assemblage de véhicules électriques

Le tableau suivant permet de distinguer la répartition des emplois actuels et des nouveaux emplois attendus d'ici 2023.

Tableau 31

Répartition des emplois d'assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)		
	335 (n = 8)	336 (n = 12)	Total
Actuels	5	125	130
Ajouts d'ici 2023	0	13	13
Total	5	105	143

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

Source : MARCON, 2019.

Parmi les entreprises interrogées, la grande majorité des emplois d'assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles se concentrent au sein des manufacturiers de véhicules électriques. La création de nouveaux emplois, au cours des prochaines années, devrait être relativement limitée.

5.7.2 Difficultés d'embauche

Aucune difficulté d'embauche n'a été signifiée pour ce poste par les six entreprises interrogées.

5.7.3 Formation et expérience recherchées

Idéalement, on souhaite avoir des candidats ayant complété un DEP, mais ce n'est pas obligatoire. Une expérience en mécanique est toutefois requise.

Selon les données fournies par le MEES, il n'y a pas de programme de formation initiale permettant de former des assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522).

5.7.4 Autres exigences d'embauche

Enfin, des connaissances de base en mécanique de la part des candidats aux postes d'assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles sont aussi exigées par les entreprises pour ce type de poste.

5.8 — Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)

5.8.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

Le travail de l'assembleur, monteur, contrôleur et vérificateur de matériel électronique concerne la fabrication et l'assemblage au sein d'entreprises des secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)	Assemblage de cartes électroniques, de contrôles électroniques et de dispositifs d'électronique de puissance
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Assemblage de matériel électronique intégré aux bornes de recharge et de sous-produits du groupe motopropulseur

La répartition des effectifs actuels et des nouveaux emplois attendus, d'ici 2023, parmi les entreprises interrogées, est présentée au tableau suivant :

**Tableau 32 —
Répartition des emplois d'assembleurs, monteurs,
contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique
parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité
(SCIAN)**

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)		
	334 (n = 6)	335 (n = 8)	Total
Actuels	127	7	134
Ajouts d'ici 2023	73	45	118
Total	200	52	252

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

Source : MARCON, 2019.

Les emplois d'assembleurs concernent principalement les entreprises d'assemblage de cartes électroniques (SCIAN 334). Une importante création d'emplois liée à la fabrication de bornes de recharge (SCIAN 335) est attendue. Parmi ces entreprises, on anticipe une tendance vers l'automatisation de certaines tâches de l'assembleur. Selon certains, à plus long terme, la nature du travail de l'assembleur est appelée à évoluer et à intégrer des compétences de base au niveau de la configuration et de l'opération d'équipements automatisés, des tâches qui sont, actuellement, effectuées par des technologues et techniciens en génie électronique et électrique.

5.8.2 Difficultés d'embauche

Tous les fabricants de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) interrogés embauchent des assembleurs de matériel électronique et la moitié confirme avoir de la difficulté à pourvoir ces postes. Ces difficultés n'ont rien à voir avec l'électrification des transports, mais résultent plutôt d'autres facteurs :

- > Travail peu gratifiant (posture difficile, travail solitaire et routinier, salaires offerts);
- > Faible taux de chômage et bassin de candidats potentiels limité (enjeu plus prononcé hors des grands centres);
- > Problème de rétention de main-d'œuvre (les candidats recrutés ne savent pas à quoi s'attendre et repartent après avoir été formés).

L'une des entreprises consultées affirme devoir réduire la cadence de travail et limiter le développement de nouveaux projets. Malgré les difficultés actuelles, cette entreprise se montre optimiste pour l'avenir. Elle compte miser sur l'enrichissement des tâches (ex. : ajout de l'opération de brasage et de soudure au microscope) et la modification de la posture au travail pour améliorer la rétention des employés.

5.8.3 Formation et expérience recherchées

On peut généralement accéder au poste d'assembleur de matériel électronique sans diplôme ni expérience, bien qu'un diplôme d'études secondaires (DES) soit souhaitable. En l'absence d'un DES, la réussite d'un test de connaissances générales en entreprise peut être exigée. Expérience non requise.

Les données recueillies du MEES et résumées au tableau suivant confirment que le diplôme d'études professionnel Montage de câbles et de circuits permet d'accéder à un poste d'assembleur. Cette formation offerte uniquement à l'École des métiers de l'aérospatiale de Montréal a connu une diminution du nombre de diplômés ces dernières années.

Tableau 33

Nombre de diplômes émis⁹³ dans le cadre du programme d'étude Montage de câbles et de circuits, par région administrative, 2013 à 2017⁹⁴

Montage de câbles et de circuits (DEP prog. 5269)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Montréal (06)	51	123	84	55	28	341	Diminution
Inconnue	0	0	0	1	0	1	ND
Total	51	123	84	56	28	342	Diminution

5.8.4 Autres exigences d'embauche

D'autres exigences pour l'embauche d'assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique sont aussi exigées par les entreprises :

- > Dextérité fine et minutie
- > Être capable de se concentrer
- > Aimer le travail solitaire

⁹³ Un élève peut recevoir plus d'un diplôme durant une même année civile de diplomation.

⁹⁴ MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système Charlemagne, données au 7 février 2019.

5.9 —

Monteurs et contrôleurs

dans la fabrication de matériel d'appareils
et d'accessoires électriques (CNP 9524)

5.9.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

Le monteur et contrôleur dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques assemble des pièces et sous-produits et met à l'essai les produits montés. Il travaille au sein d'entreprises des secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Fabrication de bornes de recharge
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Fabrication de véhicules électriques

Voici un comparatif des effectifs actuels et des nouveaux emplois, d'ici 2023, parmi les entreprises interrogées :

Tableau 34 — Répartition des emplois de monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques parmi les entreprises interrogées, par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)		
	335 (n = 8)	336 (n = 12)	Total
Actuels	49	62	111
Ajouts d'ici 2023	21	0	21
Total	70	62	132

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques
336 : Fabrication de matériel de transport

Source : MARCON, 2019.

Parmi les entreprises interrogées qui emploient des monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques, ce poste est le plus critique aux activités en électrification des transports pour les fabricants de bornes de recharge (SCIAN 335). C'est aussi au sein de ce groupe que la création d'emplois des prochaines années se concentrera.

5.9.2 Difficultés d'embauche

Deux fabricants de bornes de recharge (SCIAN 335) expriment des difficultés d'embauche de monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524) qui tiennent à plusieurs facteurs :

- > Le faible taux de chômage réduit le bassin de main-d'œuvre disponible;
- > Il s'agit d'un poste technique très spécialisé;
- > Il faut former en entreprise les candidats à ce poste.

Advenant une croissance importante nécessitant l'embauche de plusieurs monteurs, il pourrait devenir difficile de pourvoir les postes.

5.9.3 Formation et expérience recherchées

On peut généralement accéder à ce poste sans diplôme ni expérience, bien qu'un DES soit souhaitable pour certains employeurs.

Les données recueillies du MEES résumées au tableau suivant confirment que le DEP Montage de câbles et de circuits, offert uniquement à Montréal, permet d'accéder à ce poste. Le nombre de diplômés a été en diminution ces dernières années.

Tableau 35

Nombre de diplômes émis⁹⁵ dans le cadre du programme d'étude Montage de câbles et de circuits, par région administrative, 2013 à 2017⁹⁶

Montage de câbles et de circuits (DEP prog. 5269)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Montréal (06)	51	123	84	55	28	341	Diminution
Inconnue	0	0	0	1	0	1	ND
Total	51	123	84	56	28	342	Diminution

L'accès au poste d'inspecteur de la qualité (aussi associé au code CNP 9524) ne nécessite pas de diplôme, seulement une expérience à titre de monteur.

5.9.4 Autres exigences d'embauche

D'autres exigences sont aussi demandées pour l'embauche de monteuses et de contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques :

- > Dextérité fine et habileté dans le maniement d'outils / souci du détail
- > Être en mesure de lire et comprendre des procédures de travail
- > Capacité à contrôler la qualité de son travail
- > Avoir des bases en électricité, un plus

En complément, pour l'inspecteur de la qualité, on recherche des candidats ayant des capacités interpersonnelles et qui seront en mesure d'expliquer les problèmes de non-conformité aux monteuses, lorsque requis.

⁹⁵ Un élève peut recevoir plus d'un diplôme durant une même année civile de diplomation.

⁹⁶ MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système Charlemagne, données au 7 février 2019.

5.10 — Électriciens

(sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241)

5.10.1 Rôle au sein de l'industrie, nombre d'emplois et embauches prévues

Les électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) disposent, montent, installent, vérifient, dépannent et réparent les fils et les bornes de recharge. Ils travaillent au sein d'entreprises des secteurs d'activité suivants :

Secteurs d'activité	Rôle du secteur d'activité au sein des chaînes de valeur
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)	Installation de bornes de recharge
Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)	Design, conception et test de véhicules électriques
Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 238210)	Installation de bornes de recharge

Notons que parmi les entrepreneurs en électricité interrogés qui se spécialisent dans l'installation de bornes de recharge, ces derniers comptent des postes de maître estimateur et d'installateurs, tous deux des maîtres électriciens. Le premier est chargé de rencontrer les clients potentiels, d'évaluer le travail à réaliser et de préparer une estimation du coût des travaux. Le deuxième est responsable de l'exécution des travaux.

Le tableau suivant permet de comparer la répartition des emplois actuels et des nouveaux emplois, d'ici 2023.

Tableau 36
Nombre d'emplois d'électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques), par secteur d'activité (SCIAN)

Nombre d'emplois	Secteurs d'activité (SCIAN)			
	335 (n = 8)	336 (n = 12)	238210 (n = 2)	Total
Actuels	1	2	4	7
Ajouts d'ici 2023	0	0	33	33
Total	1	2	37	40

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

238210 : Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage

Source : MARCON, 2019.

Le tableau précédent comprend seulement les emplois directs des entreprises interrogées. Les emplois des maîtres électriciens partenaires, susceptibles de se faire référer des contrats d'installation de bornes de recharge, sont ici exclus. Selon une estimation recueillie d'une entreprise, à l'horizon de 2020-2021, ceci pourrait facilement représenter près de 1000 maîtres électriciens partenaires à l'échelle du Québec.

Notons également que le développement de l'électrification des transports va entraîner un besoin d'expertise en gestion de l'énergie auquel le maître électricien sera confronté et pour lequel les grossistes-marchands de fils et de fournitures électriques et de construction ont peu de personnel qualifié capable de les épauler.

5.10.2 Difficultés d'embauche

Bien qu'à l'avenir un nombre important d'électriciens soit susceptible d'être impliqué tel que décrit précédemment, aucune difficulté d'embauche n'est attendue, car les maîtres électriciens concernés sont pour l'essentiel déjà en poste.

5.10.3 Formation et expérience recherchées

Les entrepreneurs électriciens interrogés confirment que les exigences de formation sont les mêmes pour tous les maîtres électriciens. Pour accéder à ce poste, il faut d'abord avoir complété un DEP Électricité et avoir obtenu le titre de compagnon suite au cumul de 4 ans d'expérience. Il s'agit d'une exigence de la Corporation des maîtres électriciens du Québec qui délivre la licence d'entrepreneur en électricité.

Les données recueillies auprès du MEES et résumées au tableau suivant confirment un nombre relativement stable de diplômés ces dernières années à l'échelle du Québec. Par contre, dans plusieurs régions, le nombre de diplômés a connu une diminution.

Tableau 37

Nombre de diplômes émis⁹⁷ dans le cadre du programme d'étude Électricité, par région administrative, 2013 à 2017⁹⁸

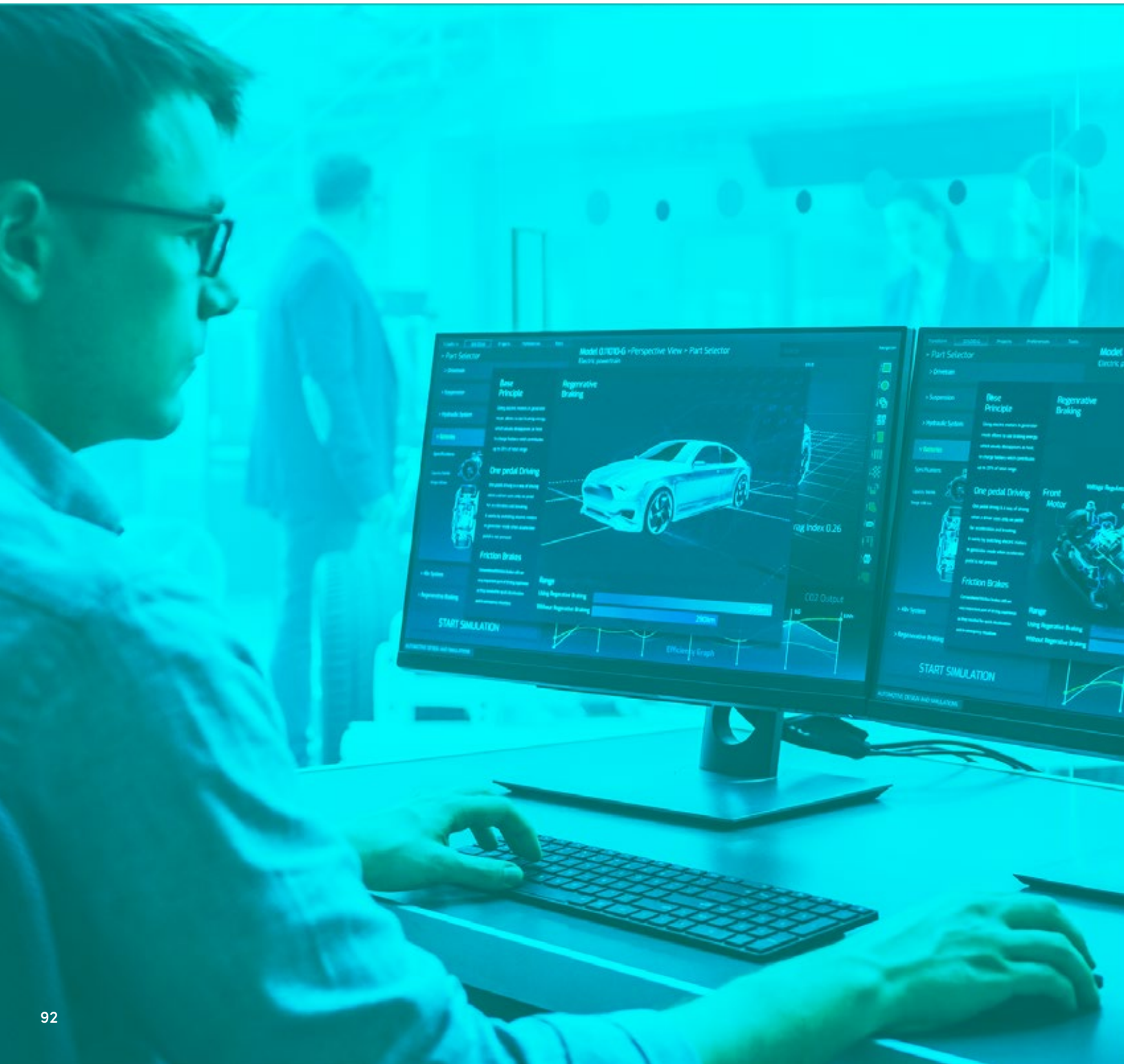
Électricité (DEP prog. 5295)							
Régions						Total	Tendance
	2013	2014	2015	2016	2017	2013-17	2013-17
Bas-Saint-Laurent (01)	48	50	43	34	41	216	Diminution
Saguenay – Lac-Saint-Jean (02)	58	59	55	45	48	265	Diminution
Capitale-Nationale (03)	189	163	193	147	176	868	Diminution
Mauricie (04)	57	49	50	62	52	270	Stable
Estrie (05)	15	30	14	28	16	103	Stable
Montréal (06)	355	303	265	404	328	1655	Diminution
Outaouais (07)	38	17	14	41	36	146	Stable
Abitibi-Témiscamingue (08)	37	46	33	52	37	205	Stable
Côte-Nord (09)	21	27	34	22	27	131	Augmentation
Nord-du-Québec (10)	0	0	0	1	9	10	ND
Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine (11)	20	19	21	18	19	97	Stable
Chaudière-Appalaches (12)	122	129	128	147	133	659	Augmentation
Laval (13)	72	85	88	94	83	422	Augmentation
Lanaudière (14)	67	43	43	64	41	258	Diminution
Laurentides (15)	40	44	59	66	59	268	Augmentation
Montérégie (16)	154	132	158	140	160	744	Stable
Centre-du-Québec (17)	41	36	42	44	54	217	Augmentation
Inconnue	0	0	0	1	0	1	ND
Total	1334	1232	1240	1410	1319	6535	Stable

97 Un élève peut recevoir plus d'un diplôme durant une même année civile de diplomation.

98 MEES, TSEP, DGSEG, DIS, « Portail informationnel », système Charlemagne, données au 7 février 2019.

Les maîtres électriciens peuvent aussi avoir suivi une formation d'appoint relative à l'installation et au branchement de bornes de recharge, telle celle qui est offerte par la Corporation des Maîtres Électriciens du Québec. Cette formation d'appoint n'est toutefois pas obligatoire pour effectuer les travaux. Ce volet relatif aux bornes de recharge sera toutefois inclus au programme de formation initiale dont la révision par le MEES est prévue pour 2022-2023. Dans le cas spécifique du poste d'estimateur résidentiel, une connaissance et une expérience vis-à-vis du travail à effectuer en amont de la borne de recharge sont demandées : l'entrée électrique, l'analyse de la puissance disponible, le calcul de charges et la gestion de la puissance des immeubles à condos et commerciaux plus anciens.

Les maîtres électriciens doivent pouvoir installer les différents types de bornes de recharge. De même, l'estimateur résidentiel doit mettre à profit son expérience en vue d'évaluer la situation, préciser les besoins du client et préparer des soumissions.



5.11 — La formation continue liée à l'électrification des transports

5.11.1 L'offre actuelle de formation continue en électrification des transports

Le tableau suivant propose une synthèse de l'offre de formation continue disponible qui vise à développer des compétences et des connaissances pertinentes à l'électrification des transports. L'offre se concentre surtout sur les formations de mécaniciens pour véhicules hybrides et électriques.

Tableau 38
L'offre de formation continue reliée à l'électrification des transports

Profession visée : Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)		
Programmes	Prestataires	Offre de formation continue reliée à l'électrification des transports
Entretien et réparation de VÉ (105 heures)	École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal (ÉMEMM)	Formation pour mécaniciens d'automobiles en emploi sur le fonctionnement des véhicules hybrides et électriques et la façon sécuritaire d'effectuer l'entretien, la réparation et le service.
Intervention et démantèlement sécuritaires des véhicules hybrides et électriques (6 heures)	École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal (ÉMEMM)	Formation pour mécaniciens d'automobiles en emploi sur le fonctionnement, le démantèlement et l'entreposage sécuritaire des véhicules hybrides et électriques.
Hybrides 1 : fonctionnement général et mesures de sécurité (6 heures)	École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal (ÉMEMM)	Formation pour mécaniciens d'automobiles (priorité aux compagnons) et carrossiers en emploi sur les risques associés aux véhicules hybrides et les façons sécuritaires de travailler avec ceux-ci.
Hybrides 2 : entretien général et utilisation des outils de diagnostic (6 heures)	École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal (ÉMEMM)	Formation pour mécaniciens d'automobiles (priorité aux compagnons) en emploi relative aux façons d'intervenir de manière sécuritaire sur l'entretien des véhicules hybrides et sur les outils diagnostics.
AEP (4246) - Mécanique de véhicules électriques (645 heures)	École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal (ÉMEMM)	Le programme prépare à l'exercice de la profession de mécaniciennes et mécaniciens de véhicules électriques ou à propulsion hybride, tant pour l'entretien et la réparation des systèmes électriques et électromécaniques.
	ACCESS - Commission scolaire Riverside	

En complément, notons que le nouveau Pôle d'expertise en véhicules électriques créé récemment par le Comité paritaire automobile Montréal prévoit former 16 « superformateurs » et 232 techniciens automobiles à travers le Québec d'ici 2022⁹⁹. Les candidats auront accès à 874 heures de formation¹⁰⁰.

⁹⁹ SAVARIA, Nathalie, Yves Racette à la tête du Pôle d'expertise en véhicules électrique du CPA Montréal, L'automobile, <https://www.lautomobile.ca/vehicules-hybrides-et-electriques/yves-racette-a-la-tete-du-pole-d-expertise-en-vehicules-electriques-du-cpa-montreal-1003796928/>, 24 juillet 2019.

¹⁰⁰ Idem.

Profession visée : Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)

Programme	Prestataire	Offre de formation continue reliée à l'électrification des transports
AEC - Technologies des véhicules électriques	Cégep de Saint-Jérôme ¹⁰¹	Ce programme vise à offrir aux étudiants une formation qui leur permettra d'assister les ingénieurs dans la conception et la fabrication de véhicules électriques, tout en assumant l'entretien correctif et préventif des véhicules et de leurs composantes.
	Le Groupe Collegia ¹⁰²	

Profession visée : Spécialiste des ventes techniques - commerce de gros (CNP 6221)

Programme	Prestataire	Offre de formation continue reliée à l'électrification des transports
Introduction technique aux ventes de véhicules hybrides et électriques (6 heures)	École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal (ÉMEMM)	Formation pour vendeurs d'automobiles en emploi sur le fonctionnement des véhicules hybrides et électriques (avantages, autonomie, technologie).

Profession visée : Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques (CNP 7241)

Programme	Prestataire	Offre de formation continue reliée à l'électrification des transports
Branchement de borne de recharge et de borne en réseaux pour véhicules électriques (4 heures)	Corporation des Maîtres Électriciens du Québec	Formation pour maîtres électriciens sur le branchement des bornes de recharge (choix de l'emplacement, l'installation et raccordement, calcul de la charge requise, le circuit d'alimentation).

¹⁰¹ Le CFTR de St-Jérôme a une entente de partenariat avec le Cégep de Saint-Jérôme permettant aux étudiants de l'attestation d'études collégiales (AEC) en Technologies des véhicules électriques de venir y suivre leur formation dans leurs locaux.

¹⁰² Le Groupe Collegia est un consortium des services de formation continue du Cégep de la Gaspésie et des Îles, du Cégep de Matane et du Cégep de Rivière-du-Loup.

5.11.2 Les modes de formation continue privilégiés par les entreprises interrogées

Le tableau suivant permet de distinguer selon les secteurs d'activité, les modes de formation offerts aux nouveaux employés et à la main-d'œuvre en emploi.

Tableau 39 _____
La formation de la main-d'œuvre par secteur d'activité

Modes de formations offertes	Secteurs d'activité (SCIAN)						
	334 (n = 6)	335 (n = 5)	336 (n = 11)	4411 (n = 5)	4851 (n = 8)	41611 (n = 2)	238210 (n = 2)
Nouveaux employés							
Formation d'intégration à l'emploi	...	.	.		.	...	
Formation développée à l'interne	.	..	.	..	.	...	
Compagnonnage/coaching	...	...	...	...	...	...	
Formation développée à l'externe	.	..	.				
Formation par les fournisseurs					.		
Main-d'œuvre en emploi							
Formation développée à l'interne	...		..	..	..	...	...
Compagnonnage/coaching	.	..		..			
Formation développée à l'externe	...	..	.	.			
Club d'apprentissage	.						
Formation par les fournisseurs		.			...	...	...

... Mode de formation très répandu ou généralisé

.. Mode de formation moins répandu

. Mode de formation plus rarement rencontré

□ Sans objet

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

4411 : Concessionnaires d'automobiles

4851 : Services urbains de transport en commun

41611 : Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction

238210 : Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage

Source : MARCON, 2019.

Ce tableau met en lumière qu'une proportion importante des entreprises interrogées a recours au compagnonnage et au coaching en vue de former les nouveaux employés de la plupart des secteurs à l'étude, exception faite des entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 238210). À l'exception de la formation offerte par les fournisseurs, les entreprises sont moins portées vers les formations données à l'externe. Ceci tient au fait que l'expertise reliée en électrification des transports est généralement plus développée au sein des entreprises. De plus, comme le savoir-faire en électrification des transports ne se brevette pas, la protection de la propriété intellectuelle est un enjeu important. Pour cette raison, parfois lorsque la formation doit être personnalisée à l'entreprise, elle doit nécessairement être donnée à l'interne.

À l'exception des fabricants de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) et de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335), où on fait appel plus largement à des établissements scolaires ou à des organisations comme Élexpertise, le recours à de la formation développée à l'externe signifie généralement faire appel à des consultants spécialisés.

Voici plus en détail la formation offerte par activité économique incluant les nuances par profession lorsqu'applicable.

Fabricants de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334)

Formation des nouveaux employés

À l'embauche, les entreprises de ce secteur vont généralement prévoir une formation relative aux façons de faire de l'entreprise et aux connaissances de base inhérentes à une profession. Selon les postes et les entreprises, ceci peut durer 1 à 2 semaines, voire jusqu'à 1 mois.

Dans le cas des assembleurs (CNP 9523), l'entraînement à la tâche vise à familiariser les nouveaux employés avec les composants et les procédures d'assemblage de circuits imprimés. On leur enseigne comment souder et dessouder les composants. Dans le cas de techniciens électroniciens (opérateurs) (CNP 2133), on passe en revue toutes les fonctions et on fait le tour de la fonction programmation. Une formation comparable existe aussi pour les ingénieurs et comprend une sensibilisation aux procédés de fabrication. Les nouveaux employés reçoivent habituellement un soutien sous forme de coaching par un jumelage avec un employé expérimenté.

Formation de la main-d'œuvre en emploi

L'offre de formation est réalisée sur une base ponctuelle selon les besoins. Les entreprises interrogées font largement appel à la formation développée à l'interne et à l'externe (ex. : Cégep de Limoilou, Commissions scolaires Riverside, Élexpertise).

Lorsque le coût de la formation à l'externe est plus élevé qu'à l'interne, cette option sera seulement considérée en cas de nécessité. Une entreprise a donné l'exemple du coût plus élevé de la formation d'Élexpertise par rapport à celui de son formateur interne. Donc, cette entreprise fera appel à des formateurs externes pour combler des besoins en période de pointe.

Fabricants de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335)

Formation des nouveaux employés

L'intégration de nouveaux employés passe surtout par le jumelage avec des employés expérimentés qui servent de mentor. Le processus d'intégration se fait habituellement assez rapidement.

Formation de la main-d'œuvre en emploi

La formation offerte à la main-d'œuvre en emploi se limite souvent à une mise à niveau des connaissances d'outils informatiques et aux nouveaux produits des fournisseurs. Ces formations sont généralement offertes à l'interne.

Fabricants de matériel de transport (SCIAN 336)

Formation des nouveaux employés

Quelques-unes des entreprises interrogées confirment offrir une formation d'intégration aux nouveaux employés. Celle-ci se limite souvent à une documentation que le nouvel arrivant doit lire pour se familiariser à l'entreprise et à son travail. Une seule des entreprises interrogées précise offrir une formation d'intégration plus élaborée. Celle-ci s'échelonne sur une période d'un mois et demi à deux mois dans le cas des assembleurs (CNP 9522), dans le but de permettre aux nouvelles recrues de se familiariser avec le produit et le travail à faire.

La plupart des entreprises interrogées privilégient le coaching des nouveaux employés. Un employé expérimenté prend sous son aile un nouveau et lui transmet les connaissances. Au besoin, et plus rarement, le nouvel employé sera amené à suivre une formation à l'interne ou à l'externe.

Formation de la main-d'œuvre en emploi

Dans le cas des plus grandes entreprises, ceux-ci mènent une évaluation annuelle des compétences des employés et, au besoin, ces derniers sont orientés vers une formation individuelle (souvent à l'externe) ou vers une formation de groupe, si le besoin de formation concerne plusieurs employés.

Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411)

Formation des nouveaux employés

Quelques-unes des entreprises interrogées forment les mécaniciens (CNP 7321) nouvellement embauchés aux différentes composantes des véhicules, incluant celles spécifiques aux véhicules hybrides et zéro émission. Ceux-ci disposent d'un accès à un portail où différentes formations sont accessibles par Internet. Des cours plus avancés doivent aussi être suivis en classe, au centre de formation de l'entreprise, et il y a des tests écrits à passer. Les mécaniciens ont aussi accès à un garage-école où les nouveaux employés doivent s'exercer avec des mises en situation réelle. Autrement, pour les autres entreprises contactées, au besoin, elles forment les nouveaux mécaniciens sur les véhicules électriques par compagnonnage avec un mécanicien d'expérience.

Formation de la main-d'œuvre en emploi

Certains concessionnaires confirment une obligation de mise à jour des compétences des mécaniciens (CNP 7321) et des vendeurs (CNP 6221) par de la formation continue en entreprise.

Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851)

Formation des nouveaux employés

Les sociétés de transport urbain offrent un plan d'entraînement à la tâche. La durée de la formation est généralement de 6 semaines pour les mécaniciens (CNP 7321) et de 2 mois dans le cas des préposés à l'entretien (CNP 7321), mais la durée pourra être prolongée dans le cas de mécaniciens sans expérience d'emploi avec les véhicules lourds.

La formation comprend un volet théorique individuel et un autre en groupe. De même, il y a un volet pratique, où la recrue est jumelée à un mécanicien ou à un électricien de véhicules lourds d'expérience. Dans le cas des composants électriques, les fournisseurs (ex. : Nova Bus, Cummins) sont mis à contribution au niveau de la formation. L'apprenti travaille en compagnonnage avec un maître pendant 2 ans et peut le consulter, au besoin, même après cette période.

Formation de la main-d'œuvre en emploi

Les sociétés de transport urbain offrent des formations individuelles en emploi à leurs mécaniciens (CNP 7321), en vue de leur permettre d'acquérir les compétences nécessaires pour migrer vers un poste d'électricien de véhicules lourds (CNP 7321). Ces organisations font aussi largement appel aux fournisseurs pour former les mécaniciens à leurs produits.

Grossistes-distributeurs de fils et de fournitures électriques de construction (SCIAN 41611)

Formation des nouveaux employés

Les spécialistes de ventes techniques (CNP 6221) nouvellement embauchés reçoivent une formation sur les produits distribués, incluant ceux vendus en lien avec l'électrification des transports (ex. : bornes de recharges).

Dans certains cas, l'entreprise a un portail de formation accessible via Internet et auquel les employés peuvent se référer. Il contient des formations spécifiques aux différents produits distribués. Les fournisseurs sont aussi en mesure d'offrir une formation complémentaire (soit à leur usine ou chez le distributeur). Dans d'autres cas, un système de parrainage avec un employé d'expérience est privilégié et s'étend sur 1 à 2 semaines. Après cette période, l'employé peut se référer, au besoin, au directeur des ventes pour du soutien.

Formation de la main-d'œuvre en emploi

La formation des spécialistes de ventes techniques en emploi est surtout effectuée par les fournisseurs.

Entrepreneurs en travaux d'électricité et en installation de câblage (SCIAN 238210)

Formation des nouveaux employés

Les nouveaux employés doivent être des maîtres électriciens (CNP 7241), c'est-à-dire qu'ils doivent cumuler un minimum de 4 ans d'expérience. Au besoin, une formation pourra être offerte aux nouveaux employés à l'interne sur l'installation des bornes de recharge. On fera alors appel à des documents de formation provenant des manufacturiers de bornes de recharge ou à des présentations préparées par l'entreprise.

Formation de la main-d'œuvre en emploi

Les mêmes types de formation s'appliquent à la main-d'œuvre en emploi.

5.11.3 Les besoins de formation continue

La formation « à l'interne » est populaire auprès de la grande majorité des entreprises. Cette formule est privilégiée afin de rendre l'équipe en place plus compétente et plus polyvalente en ce qui a trait à l'électrification des transports.

Plusieurs participants ont insisté sur le fait que les technologies évoluent rapidement et sont vite dépassées par des innovations. Ceci suggère un continuel besoin de mise à niveau pour s'assurer que les compétences de la main-d'œuvre suivent les développements technologiques. Les projets suivants de formation continue ont été identifiés en lien avec des besoins tangibles et actuels :

- > **Formation de base sur les chimies des batteries et les consignes de santé et sécurité à respecter** : des besoins ont été identifiés auprès des ingénieurs¹⁰³ et techniciens¹⁰⁴ (SCIAN 336) et des mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (SCIAN 4851) concernés par le transport, la manipulation, l'assemblage, l'entreposage et la disposition de batteries de véhicules électriques.
- > **Formation sur la mécanique électrique des autobus urbains** : les différentes sociétés de services publics de transport urbain (SCIAN 4851) doivent mettre à niveau les connaissances de leurs mécaniciens traditionnels (CNP 7321) déjà à l'emploi. Ces derniers doivent être préparés à la mécanique électrique des autobus hybrides et zéro émission.
- > **Formation à distance afin de mettre à niveau les compétences des assembleurs de cartes électroniques en emploi** : plusieurs entreprises confirment un besoin de formation des assembleurs (CNP 9523) en lien avec les capacités d'analyse, de débogage de cartes électroniques et de contrôle de la qualité. Cette formation doit être courte et pouvoir se suivre en dehors du temps de travail, afin de minimiser les interruptions du temps de travail des employés.
- > **Formation spécifique requise pour les techniciens en entretien de bornes de recharge** : l'émergence du poste de technicien en bornes de recharge (un nouveau poste décrit à la section 4.5) amène des besoins de compétences en électricité, en électronique et en réseautique. En matière de réseautique, le candidat doit comprendre le fonctionnement du module de communication entre les bornes de recharge. En ce moment, on fait appel à des électriciens pour le poste. Par contre, ils manquent de connaissances en électronique, et possiblement aussi en réseautique.
- > **Formation en mécanique automobile des véhicules automobiles électriques** : des concessionnaires (SCIAN 4411) et des fabricants de véhicules électriques (SCIAN 336) soulignent un besoin pour l'AEC Technologie des véhicules électriques. Celle-ci n'est toutefois pas disponible dans toutes les régions. Les entreprises interrogées aimeraient y avoir recours pour former, au besoin, des mécaniciens (CNP 7321) en emploi.

En complément aux besoins de formation continue décrits à la section précédente, certaines suggestions précises d'offres ou de bonification de programmes ont été exprimées par les entreprises interrogées. Celles-ci sont résumées au tableau suivant.

¹⁰³ Incluant les ingénieurs mécaniciens (CNP 2132) et ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133).

¹⁰⁴ Incluant les technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241) et les technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232), les technologues et techniciens en génie industriel et en génie de fabrication (CNP 2233).

Tableau 40 — **Besoins de formation continue identifiés par les entreprises interrogées**

Besoins de formation continue par profession (code CNP)		Secteurs d'activité				
		334 (n = 6)	335 (n = 8)	336 (n = 12)	4411 (n = 5)	4851 (n = 8)
Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132)	Offrir une formation de base sur les chimies et les consignes de santé et sécurité des batteries			•		
Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)	Offrir une formation de base sur les chimies et les consignes de santé et sécurité des batteries			•		
Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)	Offrir une formation de base sur les chimies et les consignes de santé et sécurité des batteries			•		
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)	Offrir une formation en diagnostic et réparation de bornes de recharge		•			
	Offrir une formation de base sur les chimies et les consignes de santé et sécurité des batteries			•		
Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)	Rendre la formation sur les véhicules électriques accessible à un plus grand nombre de régions			•	•	
	Offrir une formation sur la mécanique électrique des autobus urbains					•
	Offrir une formation de base sur les chimies et les consignes de santé et sécurité des batteries			•		•
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)	Introduire une formation en assemblage de cartes électroniques (incl. les composants d'électronique de puissance)	•				
	Développer un portail de capsules de formations accessibles à tous les assembleurs à partir d'Internet	•				
Spécialistes des ventes techniques - commerce de gros (CNP 6221)	Développer une formation en vente de véhicules électriques				•	

334 : Fabrication de produits informatiques et électroniques

335 : Fabrication de matériel, d'appareils et de composantes électriques

336 : Fabrication de matériel de transport

4411 : Concessionnaires d'automobiles

4851 : Services urbains de transport en commun

Source : MARCON, 2019.

Ces différents commentaires font état d'un intérêt marqué des entreprises consultées pour des programmes de formation de courte durée (quelques heures, semaines ou mois) et souvent, de préférence, accessible à distance (par Internet). Les employés pourront ainsi se perfectionner en dehors des heures de travail.

C'est ce qui est proposé dans le cas du portail de capsules de formations visées pour les assembleurs de circuits électroniques (CNP 9523). L'offre de formation de l'*Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits* (une association américaine) suscite de l'intérêt. La possibilité de voir Élexpertise servir d'intermédiaire pour en faciliter l'accès à meilleur coût a été évoquée.

5.12 — Synthèse

5.12.1 Rôles des professions et création d'emplois

La présente étude s'est attardée aux dix professions les plus importantes pour la réalisation de projets liés à l'électrification des transports par les entreprises concernées par cette industrie au Québec. L'analyse des fonctions principales de chacune montre que ce phénomène exige d'avoir une compréhension du mode de fabrication et du fonctionnement des véhicules électriques ou des bornes de recharge.

Les ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133) sont appelés à concevoir, à développer et à mettre à l'essai les parties électriques et électroniques, tandis que les ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173) font la même chose pour les logiciels spécifiques à intégrer aux véhicules électriques, aux bornes et à leurs pièces ou sous-produits.

En complément, les technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241) fournissent des services techniques de soutien en conception, mise au point et essais des systèmes électriques et électroniques. De même, le technicien en génie mécanique (CNP 2232) vient en appui à la conception, au développement et à la mise à l'essai de la portion mécanique des véhicules électriques, des bornes de recharge et de leurs pièces ou sous-produits.

Les mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321) offrent des services de dépannage, d'entretien et de réparation de véhicules électriques. Les électromécaniciens (CNP 7333) sont quant à eux impliqués dans l'entretien, la mise à l'essai et la remise à neuf de moteurs électriques.

Les assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523) se consacrent à l'assemblage de cartes électroniques, de contrôles électroniques et de dispositifs d'électronique de puissance.

Les assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522) se consacrent à l'assemblage de sous-produits, tel le groupe motopropulseur, tandis que les monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524) sont chargés de l'assemblage et de la mise à l'essai des véhicules électriques et des bornes de recharge.

Les électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241) sont quant à eux responsables du montage et de l'installation des bornes de recharge, en plus d'en assurer, par la suite, le dépannage et la réparation.

La création d'emplois, d'ici 2023, est susceptible de se concentrer parmi les fabricants de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) et de matériel, d'appareils et de composantes électriques (SCIAN 335). Les emplois liés à l'électrification des transports de ces deux secteurs d'activité sont appelés à se développer et à occuper une place plus importante. Le tableau suivant présente les principaux postes en 2019 et les postes pour lesquels une création d'emplois est attendue, d'ici 2023, par secteur d'activité.

Principaux postes par secteur d'activité, 2019	Postes pour lesquels une création d'emplois est attendue, par secteur d'activité, d'ici 2023
Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) > Assembleurs en électronique > Techniciens en génie électrique et électronique Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) > Électromécaniciens > Monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336) > Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles > Ingénieurs électriciens et électroniciens > Ingénieurs et concepteurs en logiciels > Technologues et techniciens en génie mécanique > Monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique Concessionnaires d'automobiles (SCIAN 4411) > Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles Services urbains de transport en commun (SCIAN 4851) > Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles	Fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) > Assembleurs en électronique Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) > Électromécaniciens > Monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique > Techniciens en génie électrique et électronique > Ingénieurs électriciens et électroniciens > Ingénieurs et concepteurs en logiciels > Technologues et techniciens en génie mécanique Fabrication de matériel de transport (SCIAN 336) > Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles

Les entreprises interrogées lors d'entrevues confirment l'existence d'un bassin de près de 2900 emplois reliés à l'électrification des transports. Ce dernier serait appelé à augmenter d'environ 25 %, soit à plus de 3 600 emplois, d'ici 2023.

Plus des trois quarts des emplois concernés par l'électrification des transports se concentrent dans 5 des 16 professions à l'étude :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**810 emplois**);
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (**633 emplois**);
- > Ingénieurs mécaniciens (**320 emplois**);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**317 emplois**);
- > Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (**167 emplois**).

De même, la presque totalité de la création d'emplois, prévue d'ici 2023, devrait surtout se concentrer sur les professions suivantes :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**156 emplois**; +19 %);
- > Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (**118 emplois**; +71 %);
- > Ingénieurs mécaniciens (**92 emplois**; +29 %);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**85 emplois**; +29 %);
- > Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (**83 emplois**; +112 %);
- > Technologues et techniciens en génie mécanique (**63 emplois**; +113 %);
- > Ingénieurs concepteurs de logiciels (**47 emplois**; +29 %).

5.12.2 Difficultés d'embauche

À divers degrés, on observe des difficultés d'embauche pour la plupart des professions considérées importantes au développement de l'électrification des transports. Les seules professions sans difficulté d'embauche sont les électromécaniciens (CNP 7333), les assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522) et les électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241).

Dans le cas des postes suivants, les difficultés d'embauches soulignées par les entreprises découlent, selon eux, d'une rareté de main-d'œuvre avec expérience ou une expertise liée à l'électrification des transports :

- > Ingénieurs électriciens et électroniciens
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels*
- > Techniciens en génie mécanique*
- > Techniciens en génie électronique et électrique
- > Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques

* Les difficultés de recrutement nuisent déjà aux activités de certaines entreprises qui doivent réduire la cadence de production faute de pouvoir recruter de nouveaux candidats disposant de l'expérience et de l'expertise requise.

Pour certains postes, les difficultés d'embauche ne sont pas spécifiques à l'électrification des transports, néanmoins elles sont susceptibles de nuire au développement des entreprises concernées :

- > Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique*
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus

* Peut forcer à limiter le nombre de nouveaux contrats faute de main-d'œuvre suffisante en assemblage.

5.12.3 Formation et expérience recherchées

Dans le cas des postes d'ingénieurs et de techniciens, les entreprises embauchent des diplômés qui possèdent une formation collégiale ou universitaire adaptée au poste à pourvoir. Les entreprises consultées dans le cadre de l'étude considèrent parfois des diplômes « équivalents » afin de combler leurs besoins de main-d'œuvre, comme résumé ci-après.

Professions (Codes CNP)	Formations initiales exigées
Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133)	Baccalauréat en génie électrique
Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)	Baccalauréat en génie du logiciel ou en génie informatique (ou plus rarement Baccalauréat en génie électrique)
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)	DEC Technologie de l'électronique (ou Baccalauréat en génie mécanique, DEC en génie mécanique)
Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)	DEC Techniques de génie mécanique (ou DEC Technologie de l'électronique industrielle ¹⁰⁵ ou Baccalauréat en génie électrique)

Le nombre d'années d'expérience demandé varie considérablement selon qu'il s'agisse d'un poste junior (2 à 3 ans), intermédiaire (autour de 5 ans) ou senior (7 à 15 ans). À l'exception du poste de technicien en génie mécanique, les entreprises envisagent de plus en plus l'embauche de finissants pour arriver à pourvoir les postes. Par contre, les entreprises ne feront généralement pas de concession sur la formation initiale demandée.

¹⁰⁵ Les répondants faisaient référence à un DEC en génie électrique.

En complément, voici en résumé la formation demandée pour les postes exigeant une formation professionnelle ou secondaire.

Professions (Codes CNP)	Formations exigées
Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241)	DEP Électricité
Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524)	DES (souhaitable, mais pas obligatoire)
Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522)	DEP dans un domaine relié (souhaitable, mais pas obligatoire)
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523)	DES (souhaitable, mais pas obligatoire)

À l'exception de l'exigence d'un minimum 4 années d'expérience dans le cas de l'électricien (en vue de garantir qu'il s'agit bien d'un maître électricien), l'expérience n'est pas requise pour les autres postes.

5.12.4 Autres exigences nécessaires à l'embauche

Outre l'expérience et la formation initiale, d'autres qualifications clés sont demandées à l'embauche. On constate que la connaissance de notions relatives à l'électricité et à la programmation informatique ainsi que diverses compétences, liées à ces domaines, sont exigées dans la plupart des professions, tel que détaillé ci-dessous.

Professions (Codes CNP)	Autres exigences à l'embauche
Ingénieurs électricien et électronicien (CNP 2133)	> Conception de prototypes et adaptation / amélioration de produits électriques > Tests électromagnétiques et électriques sur les moteurs > Conception électronique > Programmation informatique > Gestion de projets
Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173)	> Programmation / conception de logiciels > Comprendre l'interface usager > Capacité d'analyse > Connaissance en électrification des transports, un plus
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241)	> Recherche et conception (produit à fabriquer) > Programmation informatique > Analyse et résolution de problèmes > Communication efficace avec les employés de production
Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232)	> Mécanique du véhicule > Design industriel > Programmation informatique

Professions (Codes CNP)	Autres exigences à l'embauche
Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (CNP 7321)	> Diagnostic des problèmes > Réparation mécanique de véhicules hybrides et zéro émission (automobile) > Réparation et remplacement de pièces (autobus) > Validation des réparations effectuées (autobus) > Connaissance des véhicules hybrides et des moteurs Cummins, un atout (autobus) > Manipulation sécuritaire des batteries (à venir avec les autobus zéro émission)
Électriciens (sauf électriciens industriels et de réseaux électriques) (CNP 7241)	> Capacité à installer différents types de bornes de recharge > Capacité à évaluer les besoins du client
Électromécaniciens (CNP7333)	> Moteurs électriques > Mécanique
Assembleurs, contrôleurs et vérificateurs de véhicules automobiles (CNP 9522)	> Mécanique (connaissances de base)
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (9523)	> Dextérité fine et minutie > Capacité à se concentrer > Capacité à exécuter des schémas de circuits imprimés
Monteurs et contrôleurs dans la fabrication de matériel d'appareils et d'accessoires électriques (CNP 9524)	> Dextérité fine et minutie > Électricité (notions de base, un plus)

On remarque par contre que les connaissances générales demandées dans le cas de plusieurs postes, comme l'ingénieur électrique, le technicien en génie électronique et électrique ou le technicien en génie mécanique ne concernent pas uniquement l'électrification des transports.

5.12.5 Pratiques et besoins en matière de formation continue

La formation à l'interne est généralement privilégiée pour permettre l'acquisition de compétences liées à l'électrification des transports adaptés aux besoins spécifiques de l'entreprise. En complément, on note parmi plusieurs des entreprises consultées que ce type de formation concerne souvent seulement un petit nombre d'individus.

Certains proposent de développer des occasions de formation qui viendraient compléter les formations scolaires de base déjà suivies. Ces entreprises évoquent ici des formations rapides s'échelonnant sur quelques heures, semaines ou mois et souvent de préférence accessibles à distance. Les employés pourront ainsi se former en dehors des heures de travail. À cet effet, les besoins de formation continue en entreprise ont été formulés en lien avec les thèmes suivants :

- > Formation de base sur les chimies de batterie et les consignes de santé et sécurité à respecter;
- > Formation sur la mécanique électrique des autobus urbains;
- > Formation à distance afin de mettre à niveau les compétences des assembleurs de cartes électroniques en emploi;
- > Formation spécifique requise pour les techniciens en entretien de bornes de recharge;
- > Formation en mécanique automobile des véhicules automobiles électriques.

Conclusion

06



À la lumière des informations recueillies, les entreprises interrogées confirment un bassin de près de 2 900 emplois en électrification des transports. Par ailleurs, la création de plus de 700 emplois additionnels, d'ici 2023, est anticipée par ces dernières.

Les secteurs d'activité où se concentrent les emplois actuels et attendus d'ici 2023 sont, par ordre d'importance, les fabricants de matériel de transport (SCIAN 336) et les fabricants de matériel, d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335). En raison de conditions qui leur sont plus favorables, les perspectives sont estimées plus encourageantes au Québec pour certaines catégories de véhicules (autobus scolaire, camions [classes 4 à 8]), de même que pour les bornes de recharge.

On constate que plus des trois quarts des emplois actuels concernés par l'électrification des transports se concentrent dans 5 des 16 professions à l'étude :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**810 emplois**);
- > Mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus (**633 emplois**);
- > Ingénieurs mécaniciens (**320 emplois**);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**317 emplois**);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (**160 emplois**);

La presque totalité de la création d'emplois prévue, d'ici 2023, impliquera les professions suivantes :

- > Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros (**156 emplois**; +19 %);
- > Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (**118 emplois**; +88 %);
- > Ingénieurs mécaniciens (**92 emplois**; +29 %);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (**85 emplois**; +29 %);
- > Technologues et techniciens en génie électrique et électronique (**83 emplois**; +112 %);
- > Technologues et techniciens en génie mécanique (**63 emplois**; +113 %);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (**47 emplois**; +29 %).

Des difficultés de recrutement sont observées parmi les ingénieurs¹⁰⁶ et les techniciens¹⁰⁷ et ceci tient surtout à la rareté de la main-d'œuvre d'expérience possédant un minimum de connaissances en électrification des transports. Le faible taux de chômage actuel complique grandement l'effort de recrutement.

Les difficultés de recrutement rencontrées pour les mécaniciens et réparateurs de véhicules automobiles, de camions et d'autobus sont grandement compliquées par une offre limitée de formation initiale en mécanique électrique d'autobus et en mécanique de véhicules électriques.

Différentes pistes de réflexion sont proposées en lien avec les besoins de formation initiale et continue :

Piste 1

Étudier la pertinence et la possibilité d'intégrer l'apprentissage des notions de base en électrification des transports dans les programmes de formation initiale permettant d'exercer les professions suivantes :

- > Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132);
- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133);
- > Technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2241).

Piste 2

Intégrer un contenu de formation en électronique de puissance au sein des programmes de formation initiale liés aux professions suivantes :

- > Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133);
- > Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173);
- > Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241).

Piste 3

Développer des occasions de formations à l'intention des technologues / techniciens et des ingénieurs œuvrant dans l'industrie visant l'apprentissage de notions complémentaires à leur profession, afin de les rendre plus polyvalents dans les domaines : électrique, électronique, mécanique et informatique. Ces formations complémentaires à la profession auraient comme objectif l'amélioration de la synergie dans les équipes de travail.¹⁰⁸

¹⁰⁶ Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133), ingénieurs et concepteurs de logiciels (CNP 2173) et ingénieurs mécaniciens (CNP 2132).

¹⁰⁷ Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241) et technologue et techniciens en génie mécanique (CNP 2232).

¹⁰⁸ Par exemple, offrir une formation sur l'électronique de puissance pour les technologues et techniciens en génie mécanique (CNP 2232).



Les entreprises interrogées confirment un bassin de près de 2 900 emplois en électrification des transports. Par ailleurs, la création de plus de 700 emplois additionnels, d'ici 2023, est anticipée par ces dernières.

Piste 4

Développer de la formation en conception du logiciel de communication entre le train et son infrastructure adapté à l'industrie ferroviaire.

Piste 5

Favoriser les apprentissages réalisés en entreprise à l'ensemble des programmes d'études concernés.

Piste 6

Poursuivre et encourager le déploiement d'une offre de formation continue spécifique à l'électrification des transports, au sein des régions où se trouvent des entreprises actives dans cette industrie et tenant compte, notamment, des besoins particuliers¹⁰⁹ exprimés par les entreprises interrogées. Afin de favoriser son accessibilité à la main-d'œuvre en emploi, diverses formules devraient être privilégiées (formation de soir, modes de formation à distance synchrones ou asynchrones, etc.).

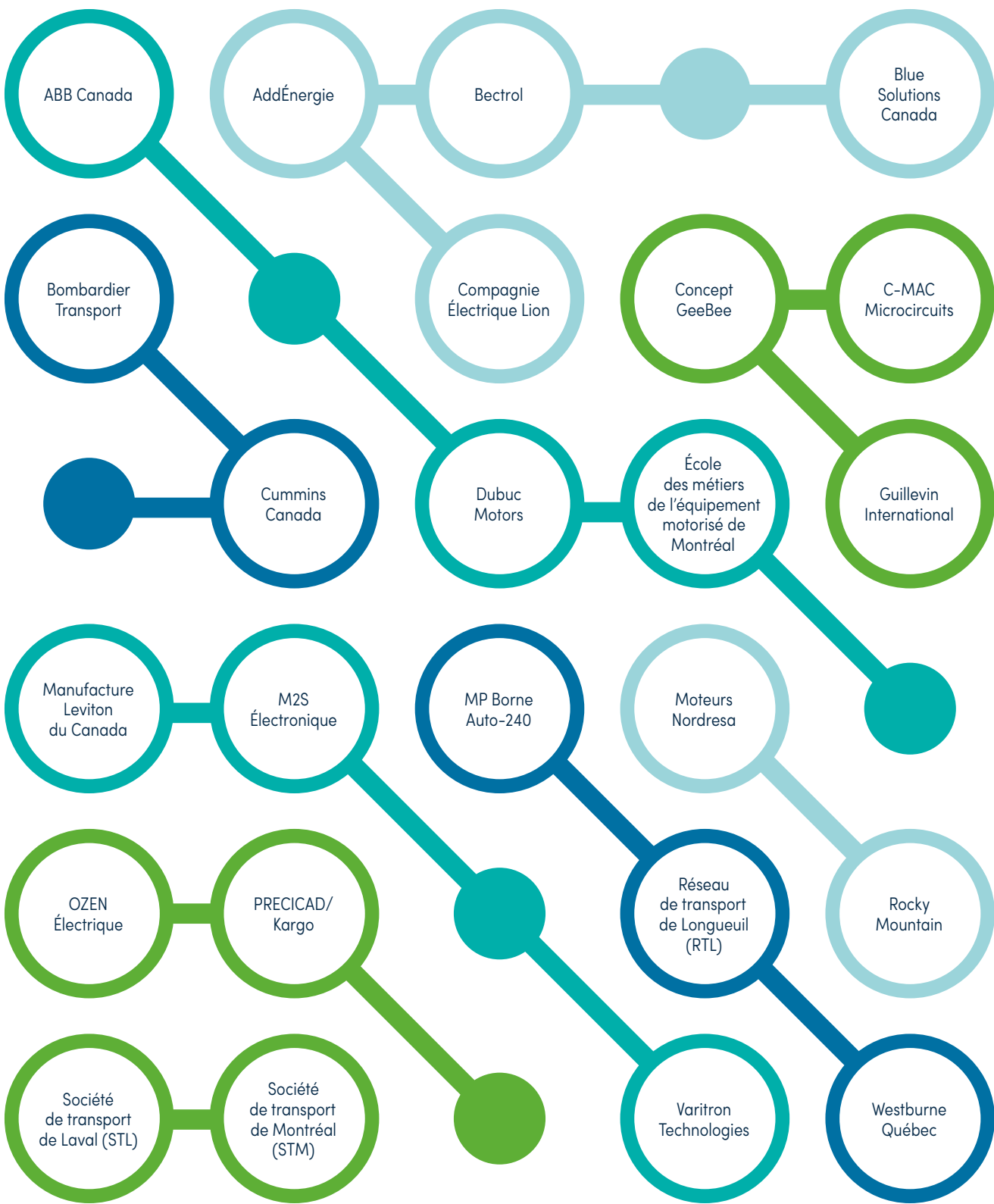
Piste 7

Étudier, avec les établissements responsables, les solutions pouvant favoriser le déploiement de la formation conduisant à l'AEP Mécanique de véhicules électriques ainsi que l'accessibilité des clientèles à ce programme.

¹⁰⁹ Formation de base sur les chimies de batterie et les consignes de santé et sécurité à respecter, formation sur la mécanique électrique des autobus urbains, formation à distance afin de mettre à niveau les connaissances des assembleurs de cartes électroniques en emploi, formation sur le diagnostic et la réparation de bornes de recharge, formation de base sur les véhicules automobiles hybrides et électriques adaptée aux besoins des vendeurs de ces véhicules et formation en mécanique de véhicules hybride et électrique.

Annexe 1

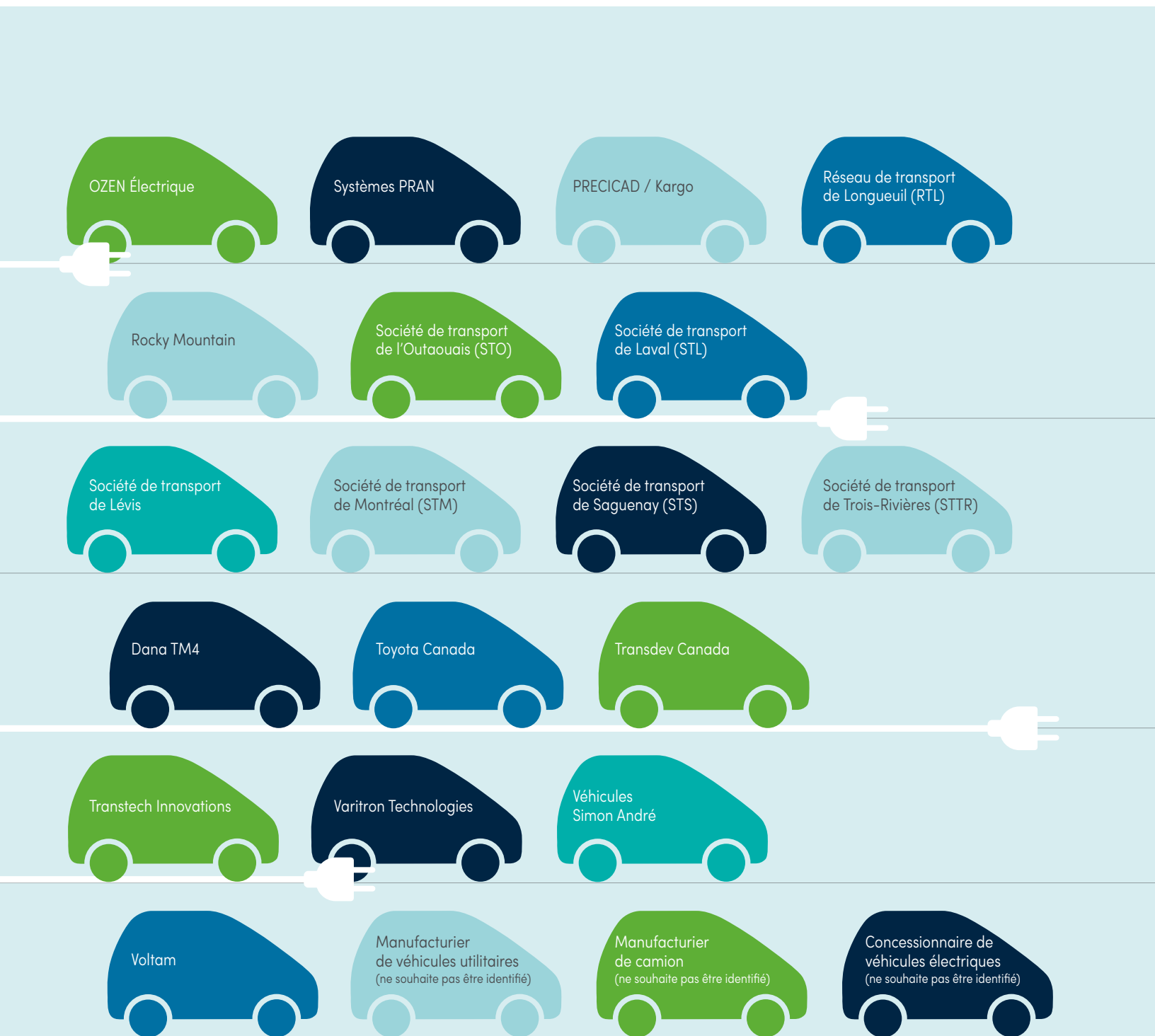
Les entreprises participantes aux groupes de discussion



Annexe 2 —

Les entreprises participantes aux entrevues semi-dirigées





Annexe 3 —

Liste

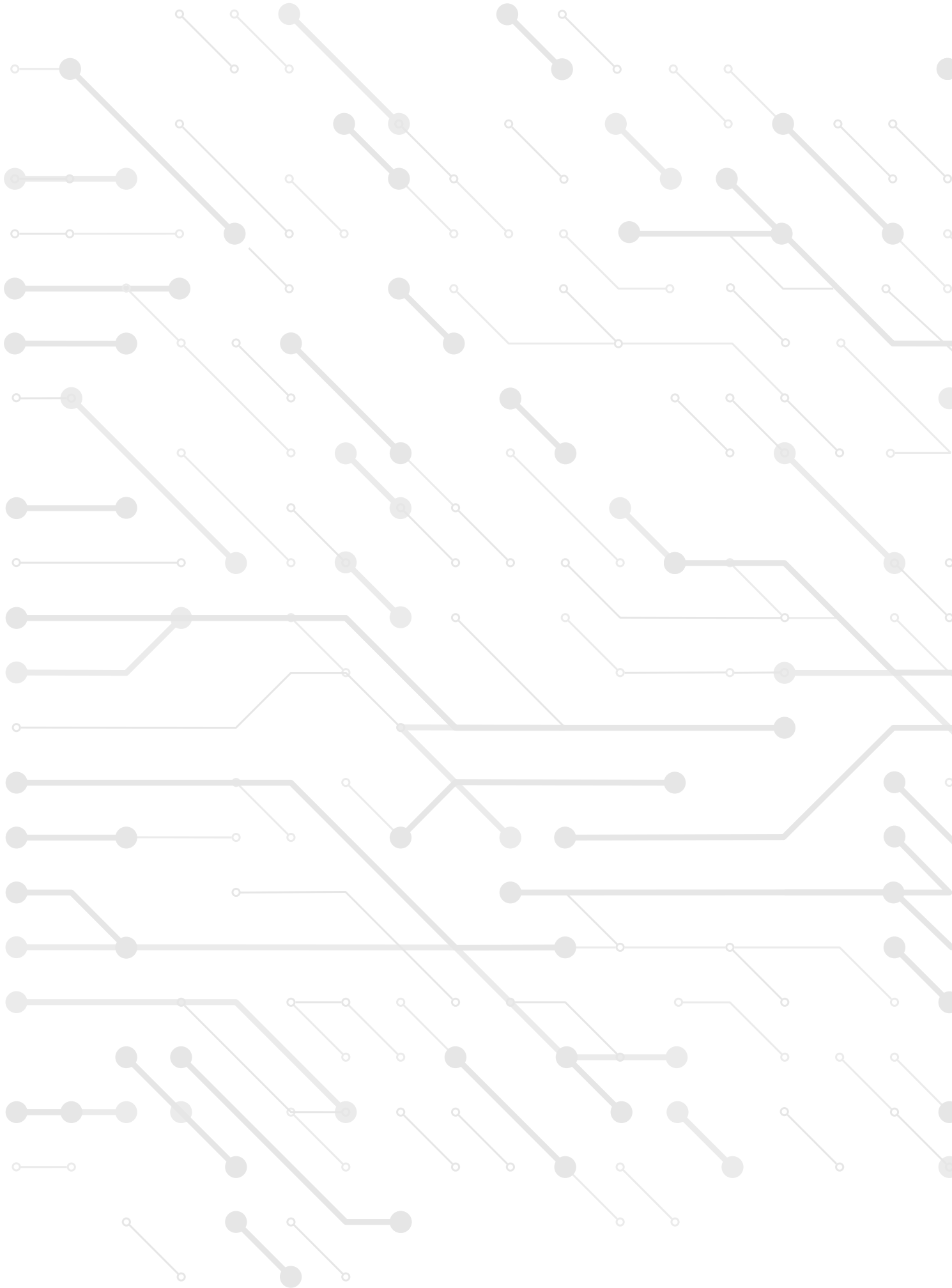
des acronymes

Acronymes	Signification
AEC	Attestation d'études collégiales
AEP	Attestation d'études professionnelles
ASP	Attestation de spécialisation professionnelle
AVÉQ	Association des Véhicules Électriques du Québec
CNP	Classification nationale des professions
DEC	Diplôme d'études collégiales
DEP	Diplôme d'études professionnelles
DES	Diplôme d'études secondaires
ÉT	Électrification des transports
GES	Gaz à effet de serre
MEC	Mobilité Électrique Canada
MEES	ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur
MEI	ministère de l'Économie et de l'Innovation
MELCC	ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
PDSF	Prix de base de détail suggéré par le fabricant
REM	Réseau express métropolitain
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
TEQ	Transition énergétique du Québec
VUS	Véhicules utilitaires sport
VÉ	Véhicules électriques
VZÉ	Véhicules zéro émission

Annexe 4 —

Les libellés originaux des professions (codes CNP) à l'étude

Codes CNP	Professions
2132	Ingénieurs mécaniciens/ingénieures mécaniciennes
2133	Ingénieurs électriciens et électroniciens/ ingénieures électriciennes et électroniciennes
2173	Ingénieurs/ingénieure et concepteurs/ conceptrice en logiciels
2232	Technologues et techniciens/techniciennes en génie mécanique
2233	Technologues et techniciens/techniciennes en génie industriel et en génie de fabrication
2241	Technologues et techniciens/techniciennes en génie électrique et électronique
6221	Spécialistes des ventes techniques – commerce de gros
6552	Autres préposés/autres préposées aux services d'information et aux services à la clientèle
7241	Électriciens/électriciennes (sauf électriciens industriels/électriciennes industrielles et de réseaux électriques)
7242	Électriciens industriels/ électriciennes industrielles
7321	Mécaniciens/mécaniciennes et réparateurs/ réparatrices de véhicules automobiles, de camions et d'autobus
7333	Électromécaniciens/électromécaniciennes
7334	Mécaniciens/mécaniciennes de motocyclettes, de véhicules tout-terrain et personnel mécanicien assimilé
9522	Assembleurs/assembleuses, contrôleurs/ contrôleuses et vérificateurs/vérificatrices de véhicules automobiles
9523	Assembleurs/assembleuses, monteurs/monteuses, contrôleurs/contrôleuses et vérificateurs/vérificatrices de matériel électronique
9524	Monteurs/monteuses et contrôleurs/contrôleuses dans la fabrication de matériel, d'appareils et d'accessoires électriques
9525	Assembleurs/assembleuses, monteurs/monteuses et contrôleurs/contrôleuses dans la fabrication de transformateurs et de moteurs électriques industriels





Élexpertise

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

101, boulevard Roland-Therrien, bureau 540
Longueuil (Québec) J4H 4B9
Téléphone : 450 443-9324
info@elexpertise.qc.ca

elexpertise.qc.ca

