

ANALYSE SECTORIELLE
EN INNOVATION

Fabrication de machines

Défis et opportunités du secteur

Octobre 2025

Conseil de
l'innovation
du Québec



**Baromètre
de l'innovation**

Ce rapport a été produit par l'Institut de recherche en économie contemporaine (IREC) en collaboration et pour le compte du Conseil de l'innovation du Québec (CIQ).

Sous la direction de :

- Loïck-Alexandre Gautier, Ph. D., directeur principal, institut de l'innovation – Conseil de l'innovation du Québec
- Robert Laplante, Ph. D., directeur général – Institut de recherche en économie contemporaine

Document rédigé par :

- Éric N. Duhaime, Ph. D., chercheur – Institut de recherche en économie contemporaine
- José-Karl Noiseux, MSc, économiste – Conseil de l'innovation du Québec

Autre contributeur :

- Philip Mathieu, MSc, analyste de données – Conseil de l'innovation du Québec



INSTITUT DE RECHERCHE EN ÉCONOMIE CONTEMPORAINE

En partenariat avec



Octobre 2025

www.conseilinnovation.quebec

Pour faciliter la lecture du texte, le genre masculin est utilisé sans aucune intention discriminatoire.

Dépôt légal, Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS	4
LISTE DES GRAPHIQUES, ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX	5
FAITS SAILLANTS.....	7
1. INTRODUCTION	9
1.1. Définition du secteur.....	9
1.2. Méthode.....	11
2. PORTRAIT DU SECTEUR EN INNOVATION	15
2.1. Indicateurs économiques et environnementaux.....	16
2.2. Indicateurs d'innovation	24
2.3. Bilan de l'analyse statistique.....	34
3. PORTRAIT INSTITUTIONNEL ET ORGANISATIONNEL	35
3.1. Aide fiscale et crédits d'impôt	36
3.2. Centres de recherche et organismes d'intermédiation.....	37
3.3. Capital de risque.....	42
3.4. Programmes	44
3.5. Bilan de l'écosystème en innovation pour la fabrication de machines.....	47
4. DÉFIS ET PISTES DE SOLUTION À EXPLORER	48
4.1. Défis et enjeux du secteur	48
4.2. Pistes de solution à explorer.....	56
4.3. Conclusion	63
BIBLIOGRAPHIE	64

LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

BDC	Banque de développement du Canada
CCTT	Centres collégiaux de transfert de technologie
CSMO	Comité sectoriel de main-d'œuvre
DEP	Diplôme d'études professionnelles
FMI	Fabrication métallique industrielle
GES	Gaz à effet de serre
HIFA	Halles d'innovation et de formation avancée
IA	Intelligence artificielle
IdO	Internet des objets
MDEIE	Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation
MEI	Ministère de l'Économie et de l'Innovation
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MESI	Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation
MFE	Ministère des Finances et de l'Économie
MRST	Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PIB	Produit intérieur brut
PQSI	Politique québécoise de la science et de l'innovation de 2001
R-D	Recherche et développement
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
SFM	Secteur de la fabrication de machines
SQRI ²	Stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation
T éq. CO ₂	Tonnes d'équivalent dioxyde de carbone
TET	Travailleurs étrangers temporaires







LISTE DES GRAPHIQUES, ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX

Graphique 1 – PIB du secteur de la fabrication de machines, en millions de dollars enchaînés de 2017	16
Graphique 2 – PIB des sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec, en millions de dollars enchaînés de 2017.....	17
Graphique 3 – Nombre d’entreprises dans le secteur de la fabrication de machines.....	18
Graphique 4 – Nombre d’entreprises dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec.....	18
Graphique 5 – Nombre d’emplois dans le secteur de la fabrication de machines	19
Graphique 6 – Nombre d’emplois dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec.....	20
Graphique 7 – Taux salarial effectif dans le secteur de la fabrication de machines, en dollars constants de 2017	21
Graphique 8 – Taux salarial effectif dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec, en dollars constants de 2017	21
Graphique 9 – Taux de postes vacants dans le secteur de la fabrication de machines	22
Graphique 10 – Taux de postes vacants au Québec	22
Graphique 11 – Émissions de GES dans le secteur de la fabrication de machines.....	23
Graphique 12 – Émissions de GES au Québec.....	24
Graphique 13 – Productivité du travail dans le secteur de la fabrication de machines, en dollars enchaînés de 2017.....	25
Graphique 14 – Productivité du travail dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec, en dollars enchaînés de 2017.....	26
Graphique 15 – Dépenses en R-D dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage du PIB et millions de dollars constants de 2017	27
Graphique 16 – Dépenses en R-D au Québec, en pourcentage du PIB et millions de dollars constants de 2017.....	27
Graphique 17 – Personnel en R-D dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage d’employés et en nombre	28
Graphique 18 – Personnel en R-D au Québec, en pourcentage d’employés et en nombre	28
Graphique 19 – Entreprises innovantes dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage.....	29
Graphique 20 – Entreprises innovantes au Québec, en pourcentage	29
Graphique 21 – Innovations de produits ou de procédés comportant des avantages environnementaux dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage.....	30
Graphique 22 – Innovations de produits ou de procédés comportant des avantages environnementaux au Québec, en pourcentage	31

Graphique 23 – Recours à des programmes gouvernementaux d’aide aux activités d’innovation dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage	31
Graphique 24 – Recours à des programmes gouvernementaux d’aide aux activités d’innovation au Québec, en pourcentage	32
Graphique 25 – Transformation des pratiques organisationnelles et de gestion dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage de 2018 à 2022	33
Graphique 26 – Transformation des pratiques organisationnelles et de gestion au Québec, en pourcentage de 2018 à 2022	33
Illustration 1 – Écosystème d’innovation du secteur de la fabrication de machines.....	36
Tableau 1 – Sous-secteurs de la fabrication de machines (333).....	10
Tableau 2 – Liste des indicateurs	15
Tableau 3 – Liste non exhaustive des centres de recherche et organismes d’intermédiation dans le secteur de la fabrication de machines	38
Tableau 4 – Listes des principaux investisseurs en capital de risque et développement dans des industries reliées au secteur de la fabrication de machines	43
Tableau 5 – Listes non exhaustive des principaux programmes et subventions pour l’innovation dans le secteur de la fabrication de machines.....	45
Tableau 6 – Diplomatation dans les programmes qui se rattachent au SFM	49
Tableau 7 – Exportations, importations et balance commerciale entre le Canada et les ÉU en 2024	55
Tableau 8 – Utilisation des technologies de l’industrie 4.0 par les entreprises québécoises de différents secteurs, 2023.....	61

FAITS SAILLANTS

Secteur de la fabrication de machines au Québec

 PIB	 EMPLOIS	 GES ¹	 R-D ²	 PRODUCTIVITÉ ³	 ENTREPRISES INNOVANTES ⁴
En 2023⁵					
4,2 G\$	39 300	108 000 t.	405 M\$	56,90 \$/h	81,7 %
ÉVOLUTION					
+ 30,5 % 10 ans	+ 28,9 % 10 ans	+0,9 % 9 ans	+23,0 % 4 ans	+2,7 % 10 ans	-17,4 pts de % 3 ans
RELATIVEMENT À L'ENSEMBLE DES INDUSTRIES					
1,0 %	0,9 %	0,16 %	6,4 %	96,3 %	+11,7 pts de %

- Le secteur de la fabrication de machines (SFM) est en croissance au Québec, en particulier en ce qui concerne le produit intérieur brut (PIB) et le nombre d'emplois.
- En matière d'innovation, le SFM fait preuve d'une belle performance. Bien que l'augmentation de la productivité soit lente, le secteur se démarque par l'ampleur de ses dépenses et l'importance de son personnel en recherche et développement (R-D) ainsi que par son nombre d'entreprises innovantes, une tendance toutefois à la baisse. Cela dit, les entreprises du secteur ont de moins en moins recours aux programmes gouvernementaux d'aide à l'innovation.

¹ En millions de tonnes d'équivalent dioxyde de carbone (t éq. CO₂). Données de 2022.

² Données de 2022.

³ Comprise comme valeur ajoutée réelle par heure travaillée.

⁴ Entreprises innovantes. Période de 2020-2022 comparée à la période de 2017-2019.

⁵ Pour l'année 2023, sauf indications contraires.

- Le SFM bénéficie d'un système d'innovation plutôt riche et varié. Les entreprises peuvent avoir recours à des crédits d'impôt pour leurs projets de R-D. De même, on a répertorié une trentaine de centres de recherche publics et d'organismes d'intermédiation pouvant collaborer à des projets d'innovation ainsi qu'une trentaine d'investisseurs institutionnels et de firmes privées qui offrent du financement par capital de risque. Enfin, il existe plus d'une dizaine de programmes vers lesquels les entreprises du secteur peuvent se tourner pour financer leurs projets d'innovation.
- Le SFM fait face à des défis de taille : pénurie de main-d'œuvre et manque de personnel qualifié; rôle névralgique à l'égard de la transition écologique et numérique; réorientation nécessaire compte tenu de la guerre tarifaire avec les États-Unis. Or, tous ces défis constituent autant d'occasions et de possibilités d'innover.
- Il existe de nombreuses innovations à explorer qui permettent de relever les défis du secteur, que ce soit pour l'augmentation de la productivité et la transition écologique et numérique : maintenance prédictive, système de réfrigération écoénergétique avec système de récupération de chaleur, machines fonctionnant au laser, machines ultracompactes de manutention à zéro émission, laboratoires de réalisation de projets d'innovation offrant l'accès à des infrastructures et à de l'accompagnement stratégique, etc.

1. INTRODUCTION

La fabrication d'artefacts en tous genres pour réaliser des activités productives constitue l'un des traits essentiels de l'être humain. Cette capacité fondamentale s'est complexifiée au fil de l'Histoire, prenant aujourd'hui la forme de systèmes hypercomplexes à travers des machines intégrées et interconnectées qui permettent d'automatiser certains procédés de production.

La fabrication de machines constitue aujourd'hui un secteur industriel névralgique des plus dynamiques. En effet, le SFM se démarque par sa capacité d'innovation intrinsèque qui l'amène à développer de nouvelles machines servant d'outils de base d'une foule d'autres secteurs sur lesquels elles ont des retombées importantes.

Le SFM fait preuve d'une belle croissance. En l'espace d'une décennie, soit de 2013 à 2023, le produit intérieur brut (PIB) du secteur est passé de 3,2 G\$ à 4,2 G\$, une croissance de 30,5 %. En 2023, son PIB représentait 7,5 % de celui du secteur plus général de la fabrication et 1,0 % de l'ensemble des industries au Québec. Bien que le nombre d'entreprises demeure plutôt stable, n'ayant augmenté que de 3,6 % en cinq ans en 2023 pour un total de 1 005, le nombre d'emplois a quant à lui largement augmenté, passant de 30 495 à 39 320 entre 2013 et 2023, une augmentation de 28,9 %⁶.

Le SFM est confronté à des enjeux et défis majeurs. Comme plusieurs autres secteurs industriels, il continue à être affecté par la pénurie de main-d'œuvre, notamment en ce qui concerne certaines compétences et qualifications qui se font plus rares. Aussi, comme il produit des appareils qui sont ensuite utilisés dans les procédés de production de nombreuses industries, il est également appelé à jouer un rôle central à l'égard de la transition écologique et numérique. Enfin, étant donné la complexification des relations avec notre voisin du sud et la guerre tarifaire amorcée par l'administration Trump en 2025, le secteur se retrouve également dans la tourmente. Il devra trouver de nouveaux débouchés pour les machines qu'il produit, par exemple en s'efforçant de pourvoir davantage de secteurs au Québec avec de nouvelles machines, ce qui pourrait en fait constituer une occasion à saisir.

Ces défis et ces enjeux appellent des solutions innovantes et audacieuses. Or, comme nous le verrons, le SFM affiche somme toute une belle performance en matière d'innovation. Certes, la productivité n'augmente pas aussi rapidement qu'on pourrait l'espérer, mais cela s'explique en partie par le fait que le secteur s'efforce de développer de nouvelles machines, souvent sur mesure, ce qui ne peut faire l'objet d'une automatisation très poussée. Cela dit, en matière d'efforts consacrés à la R-D, tant sur le plan des investissements que du personnel, le secteur se démarque indéniablement, de même que pour ce qui est de l'introduction de nouveaux produits ou procédés de production. Enfin, il jouit d'un écosystème riche et varié en innovation, ce qui lui permettra certainement de relever les défis qui l'attendent et de contribuer à la transition écologique et numérique.

1.1. Définition du secteur

⁶ Statistique Canada, tableaux 36-10-0402-01 (PIB en dollars enchaînés de 2017); 33-10-0023-01; 36-10-0489-01.

Le découpage du SFM découle d'un effort de distinction et de classification industrielle des activités réalisées par une multitude d'entreprises. Il relève du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), qui a été développé de manière commune par le Canada, les États-Unis et le Mexique dans les années 1990 à la suite de la mise en place de l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA). Périodiquement mis à jour et utilisé par Statistique Canada pour présenter de multiples indicateurs, comme le PIB, ce système opère une classification des activités des entreprises par emboîtement hiérarchique, du plus général au plus particulier.

Le secteur de la fabrication de machines (SCIAN 333) renvoie aux « établissements dont l'activité principale consiste à fabriquer des machines industrielles et commerciales. Ces établissements assemblent des pièces pour former des éléments, des sous-ensembles et des machines complètes »⁶. Ces établissements peuvent donc eux-mêmes produire les pièces nécessaires aux machines ou encore assembler des pièces achetées ailleurs. Ce secteur regroupe sept sous-secteurs qui renvoient à ceux auxquels sont destinées les machines fabriquées, mis à part le dernier, qui regroupe les établissements qui ne rentrent dans aucune autre catégorie.

Tableau 1 – Sous-secteurs de la fabrication de machines (333)

- 3331** Fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière
- 3332** Fabrication de machines industrielles
- 3333** Fabrication de machines pour le commerce et les industries de services
- 3334** Fabrication d'appareils de ventilation, de chauffage, de climatisation et de réfrigération commerciale
- 3335** Fabrication de machines-outils pour le travail du métal
- 3336** Fabrication de moteurs, de turbines et de matériel de transmission de puissance
- 3339** Fabrication d'autres machines d'usage général

Source : Site Internet de Statistique Canada :
https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3VD_f.pl?Function=getVD&TVD=118464&CVD=118466&CPV=333&CST=01012012&CLV=2&MLV=5.

Pour la grande majorité des indicateurs utilisés dans ce rapport, les données de Statistique Canada permettent d'opérer une ventilation entre les sous-secteurs ci-dessus, méthode que nous avons privilégiée autant que possible. Toutefois, pour certains indicateurs, les données doivent être utilisées avec précaution, en particulier lorsqu'elles sont ventilées par province, comme c'est parfois le cas dans le présent rapport; nous faisons cette précision en commentant les graphiques et tableaux.

⁶ Site Internet de Statistique Canada :
https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3VD_f.pl?Function=getVD&TVD=1181553&CVD=1181554&CPV=23&CST=01012017&CLV=1&MLV=5.

1.2. Méthode⁷

1.2.1. L'analyse sectorielle

Relativement répandue, l'analyse sectorielle est réalisée dans le but d'apporter une aide à la décision pour l'élaboration de stratégies industrielles et financières. Elle permet ainsi de fonder les décisions sur des données probantes et sur des analyses détaillées et réalistes. Différentes organisations et associations ont recours à ce type d'analyse, qu'il s'agisse d'investisseurs et d'entreprises souhaitant définir leurs stratégies d'investissement et de croissance, ou bien d'administrations publiques et de syndicats désirant affiner leur offre de services ou mieux informer et représenter leurs membres.

Or, bien qu'elle soit plutôt courante, l'analyse sectorielle n'a pas souvent fait l'objet de formalisations théoriques, ce à quoi a cherché à remédier Christian Genthon, enseignant à l'Université de Grenoble au moment de la publication d'un ouvrage sur le sujet⁸. La méthode qu'il propose constitue une synthèse entre l'économie industrielle qu'il cherche à moderniser et l'approche de Michael Porter sur les « forces de la concurrence » qu'il s'efforce de revisiter.

Le point focal d'une analyse sectorielle se situe à un niveau intermédiaire à l'égard des approches macroéconomiques et microéconomiques⁹. Dans une perspective macroéconomique, comme en économie globale, le regard se porte sur les caractéristiques générales de l'ensemble d'une économie d'un territoire donné. On peut ensuite comparer ce portrait à celui d'autres territoires. Inversement, dans une perspective microéconomique, comme dans l'analyse financière fondamentale, le regard se porte sur les entreprises individuelles dont on cherche à établir les performances relatives afin d'éclairer les décisions d'investissements. Or, l'analyse sectorielle s'intéresse quant à elle à un niveau intermédiaire, c'est-à-dire mésoéconomique, soit au « secteur ». Ce dernier est défini comme un groupe d'entreprises en concurrence commerciale les unes avec les autres quant à l'offre de produits ou de services déterminés et qui, de ce fait, partagent souvent des caractéristiques similaires dans le cadre d'une logique d'imitation et de différenciation : environnement, contraintes, exigences, stratégies, etc.¹⁰.

Parler d'un secteur donné suppose un travail de découpage opéré à l'égard de l'économie dans son ensemble. Cela requiert une opération de discrimination qui permet de baliser un périmètre en fonction des activités réalisées par les établissements. Quant aux codes que nous mobilisons dans la présente étude, Statistique Canada précise que les entreprises sont classées en fonction de leur activité principale, déterminée à partir de l'étude de leurs « facteurs de production » des « qualifications de la main-d'œuvre » et des « processus de production »¹¹. Ces entreprises peuvent donc chevaucher différents secteurs selon leur complexité, surtout lorsqu'il s'agit de grandes entreprises intégrées horizontalement ou

⁷ Le présent rapport reprend certaines sections des analyses précédentes réalisées sur la fabrication d'aliments et la construction lorsqu'il s'agit de descriptions générales, notamment en ce qui a trait à la méthode employée ainsi que pour définir et décrire des notions générales, comme l'« aide fiscale » ou le « capital de risque ».

⁸ Christian Genthon, *Analyse sectorielle : méthodologie et application aux technologies de l'information*, Paris, L'Harmattan, 2004.

⁹ *Ibid.*, p. 10.

¹⁰ *Ibid.*, p. 9 et 19.

¹¹ <https://www.statcan.gc.ca/fr/sujets/norme/scian/2022/v1/introduction>.

verticalement. On ne retient alors que l'activité principale de leurs différents établissements, mettant les autres de côté, mais non sans payer le prix d'une certaine distorsion.

Comme décrit par Genthon, l'objectif d'une analyse sectorielle est de dépendre le « régime de concurrence » d'un secteur déterminé de l'économie, ce dernier renvoyant à l'articulation particulière et l'équilibre provisoire qui est établi entre quatre dimensions.

1. **Les conditions de base** : l'offre (produits, technologies et procédés), la demande (acheteurs, marchés et dynamiques) et les dispositions réglementaires.
2. **La concurrence** : la structure de l'industrie, les forces de concurrence et les barrières.
3. **Les stratégies** : celles des entreprises, mais aussi des États.
4. **Les performances** : celles du secteur, à travers l'agrégation des résultats des entreprises qui en font partie¹².

Le portrait tracé avec une analyse sectorielle n'a pas une portée universelle. Il ne vise pas à abstraire des principes généraux qui seraient valables et applicables à d'autres secteurs ou à l'économie dans son ensemble. À l'inverse, il vise plutôt à identifier ce que ce secteur a de particulier, à rendre compte de son caractère spécifique ainsi que de la contingence de l'équilibre provisoire des quatre dimensions susmentionnées.

1.2.2. La notion d'innovation

La perspective poursuivie dans la présente analyse ne se limite pas à produire une analyse sectorielle, mais bien une analyse sectorielle *en innovation*. Il convient donc de faire quelques précisions sur cette notion qui colore grandement l'approche et la portée de l'analyse produite ici.

Entendue dans un sens général, l'innovation consiste tout simplement dans l'introduction de quelque chose de nouveau dans un domaine particulier. Cela dit, à partir du milieu des années 1990, avec la mise en place de politiques et de stratégies économiques misant de plus en plus sur la recherche et le développement technologiques, la notion d'innovation en vint à prendre un sens plus particulier, notamment dans le cadre de l'adoption de la *Politique québécoise de la science et de l'innovation de 2001* (PQSI) intitulée *Savoir changer le monde*. Dans ce document, bien que les idées et les inventions qui découlent des recherches scientifiques et technologiques soient considérées comme une contribution au patrimoine culturel de la société, on précise qu'il faut toutefois franchir un pas de plus pour considérer celles-ci comme des innovations. Pour ce faire, elles doivent avoir trouvé un milieu preneur et être effectivement employées : l'« innovation n'est réalisée qu'au moment où elle est achetée, mise en œuvre, utilisée ou consommée »¹³.

¹² Christian Genthon, *Analyse sectorielle*, op. cit., p. 16.

¹³ MRST, *Savoir changer le monde. Politique québécoise de la science et de l'innovation*, Chicoutimi, Les classiques des sciences sociales, édition numérique, 2014 [2001], p. 32.

Cette définition faisait écho aux préoccupations et conceptions qui se développaient parallèlement à l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), en particulier dans le cadre des efforts visant à harmoniser la comptabilité des différents pays membres en matière de recherche scientifique et technologique. Développé dans cette perspective et en plusieurs éditions, le *Manuel d'Oslo* de l'OCDE précise qu'une innovation suppose de satisfaire au critère de la « mise en œuvre » ou de l'« utilisation » : « L'exigence de mise en œuvre distingue l'innovation d'autres concepts comme l'invention : de fait, pour être considérée comme telle, une innovation doit être mise en œuvre, c'est-à-dire utilisée ou mise à la disposition de tiers afin qu'ils l'utilisent »¹⁴.

Par ailleurs, ce manuel précise deux types d'innovations distinctes, à savoir les innovations de produits et les innovations de procédés :

« Une innovation désigne un produit ou un processus (ou une combinaison des deux) nouveau ou amélioré qui diffère sensiblement des produits ou processus précédents d'une unité et a été mis à la disposition d'utilisateurs potentiels (produit) ou mis en œuvre par l'unité (processus) »¹⁵.

En réalité, cette définition de l'innovation, tout comme les deux catégories qui la constituent, vise à opérer une inversion du processus de découverte. En effet, à partir des années 1990, on a jugé qu'il n'était plus suffisant de présumer que le financement de la recherche entraînerait tôt ou tard des retombées technologiques. Désormais, on souhaitait plutôt déterminer dès le départ les objectifs de recherche en fonction des besoins manifestés par des utilisateurs potentiels, en particulier par les entreprises privées.

Cette nouvelle conception de l'innovation s'est accompagnée de la mise en place progressive de tout un écosystème, constitué d'une panoplie de mesures incitatives, visant à favoriser le développement et l'utilisation de nouvelles technologies, ainsi qu'à stimuler et à encourager l'innovation et le transfert technologiques. Cette définition de l'innovation a été reconduite au fil des multiples stratégies d'innovation déployées par le gouvernement du Québec tous les trois ou cinq ans depuis l'adoption de la PQSI en 2001, et notamment dans le cadre de la plus récente, soit la *Stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation* (SQRI²)¹⁶.

¹⁴ OCDE/Eurostat, *Manuel d'Oslo 2018 : Lignes directrices pour le recueil, la communication et l'utilisation des données sur l'innovation*, 4^e édition, Paris, Éditions OCDE, 2019, p. 20.

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE), *Un Québec innovant et prospère : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation*, Québec, gouvernement du Québec, 2006; MDEIE, *Mobiliser, innover, prospérer : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2010-2013*, Québec, gouvernement du Québec, 2010; Ministère des Finances et de l'Économie (MFE), *Priorité emploi : politique nationale de la recherche et de l'innovation 2014-2019*, Québec, gouvernement du Québec, 2013; Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (MESI), *Oser innover : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2017-2022*, Québec, gouvernement du Québec, 2017; Ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI), *Inventer, développer, commercialiser : stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation 2022-2027*, Québec, gouvernement du Québec, 2022.

1.2.3. L'analyse sectorielle en innovation

Une analyse sectorielle en innovation doit donc s'efforcer de tenir ensemble les deux éléments présentés ci-dessus. Elle doit s'inscrire dans la perspective d'une analyse sectorielle comme celle qui a été formalisée par Genthon, mais en ciblant ce qui relève de l'innovation telle que définie dans les politiques et stratégies québécoises en la matière. Autrement dit, l'analyse sectorielle en innovation vise à broser un portrait des avancées et des résultats de la dynamique d'innovation dans un secteur déterminé. Dans le cas qui nous intéresse ici, ce secteur est celui de la fabrication de machines.

Nous proposons ainsi de reprendre succinctement les quatre dimensions de l'analyse sectorielle définies par Genthon, mais en les revisitant pour nous restreindre chaque fois à la question plus précise de l'innovation. En ciblant cette question, il devient cependant nécessaire d'insister sur son caractère à la fois évolutif et prospectif. En d'autres mots, il s'agit non seulement de dépeindre *ce qui est*, mais aussi d'identifier des tendances et des initiatives prometteuses. Enfin, pour des raisons de clarté, il apparaît plus commode et pertinent, lorsque l'on traite d'innovation, d'inverser l'ordre de présentation des dimensions proposées dans le cadre d'une analyse sectorielle, en commençant par les performances et en terminant par les innovations intéressantes.

Le présent rapport comporte donc trois chapitres qui se déclinent comme suit.

1. **Performances** : le portrait du secteur en matière d'innovation.
2. **Stratégies** : les paramètres institutionnels et organisationnels de l'écosystème en innovation de ce secteur.
3. **Enjeux du secteur et innovations** : les défis du secteur qui constituent des occasions d'innovation et quelques pistes à explorer en matière d'innovations technologiques et sociales.

En procédant de la sorte, nous parviendrons à broser un portrait relativement complet du secteur en matière d'innovation, en plus de pouvoir identifier les tendances, les nouveautés et les occasions favorables en ce qui a trait aux dynamiques d'innovation dans ce secteur.

2. PORTRAIT DU SECTEUR EN INNOVATION

Afin de réaliser un portrait d'ensemble du SFM et un bilan de ses performances en innovation, nous avons retenu 13 indicateurs provenant de différentes enquêtes de Statistique Canada, dont les données sont accessibles sur le Web et suffisamment détaillées pour être ventilées par secteur.

Pour que ces données soient significatives, nous avons privilégié les indicateurs qui étaient disponibles sur une période minimale de quatre ans, mais idéalement de dix ans afin de pouvoir cerner les tendances à moyen terme. Une seule exception a été faite dans le cas du treizième et dernier indicateur, dont les données publiées constituent une moyenne sur cinq années. Bien que cet indicateur ne nous ait pas permis d'établir de comparaisons longitudinales, nous l'avons néanmoins conservé, puisqu'il s'agissait du seul indicateur nous permettant d'éclairer la question de l'innovation dans le domaine des pratiques organisationnelles et de gestion.

De même, pour faire parler les données et les rendre significatives, nous avons sélectionné deux instances de comparaison nous permettant d'en apprécier les grandeurs de façon relative :

- D'un côté, nous comparons systématiquement les données du SFM au Québec avec ce même secteur en Ontario et au Canada, voire avec le reste du Canada¹⁷ quand cela est possible;
- De l'autre, nous comparons systématiquement les données du SFM au Québec avec le secteur plus large de la fabrication ainsi qu'avec l'ensemble des industries au Québec.

Ces deux instances de comparaison permettent de mieux apprécier la portée et la grandeur relatives des résultats et des performances du SFM en matière d'innovation.

Enfin, les indicateurs retenus se déclinent en deux catégories générales. Les six premiers sont de nature économique et environnementale; ils visent à situer le SFM au sein de l'économie canadienne et québécoise, et à en apprécier l'importance. Les sept indicateurs suivants renvoient plus précisément à la question de l'innovation et permettent d'évaluer les efforts et les performances du secteur en la matière.

Tableau 2 – Liste des indicateurs


| 1. PIB

¹⁷ Le terme « reste du Canada » renvoie dans ce document à l'ensemble du Canada, moins le Québec et l'Ontario.

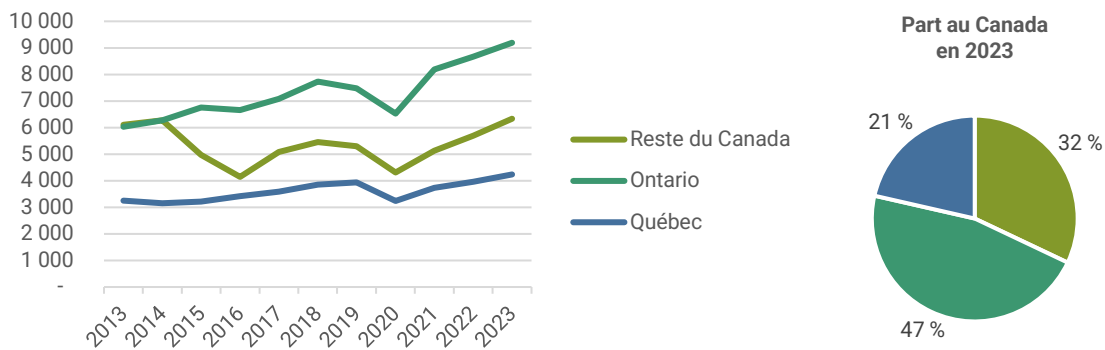
Économie et environnement	<ol style="list-style-type: none"> 2. Nombre d'entreprises 3. Nombre d'emplois 4. Taux salarial effectif moyen 5. Taux de postes vacants 6. Flux physiques d'émissions de GES
Innovation	<ol style="list-style-type: none"> 7. Productivité du travail 8. Dépenses en R-D 9. Personnel affecté à la R-D 10. Part des entreprises innovantes 11. Part des innovations comportant des avantages environnementaux 12. Part des entreprises ayant recours à des programmes d'aide à l'innovation 13. Part des entreprises enclines à optimiser ou modifier leurs pratiques organisationnelles ou de gestion

2.1. Indicateurs économiques et environnementaux

Le PIB du SFM, autrement dit la valeur qui est ajoutée par ce secteur au-delà de la valeur des intrants, a augmenté au cours des dix dernières années, malgré un épisode de diminution lié à la pandémie en 2020 (voir **graphique 1**). Au Québec, le PIB de ce secteur exprimé en dollars enchaînés de 2017 est passé de 3,2 G\$ à 4,2 G\$ de 2013 à 2023, soit une augmentation de 30,5 %. Cette croissance est supérieure à celle du Canada pour le même secteur (28,4 %), soit nettement supérieure à celle du reste du Canada (3,7 %), mais tout de même largement en dessous de celle de l'Ontario (52,4 %). En définitive, la part occupée par le Québec dans le SFM au Canada a légèrement augmenté, passant de 21,1 % à 21,4 % de 2013 à 2023.

Au Québec, la croissance du PIB du SFM (30,5 %) a été beaucoup plus élevée que celle du secteur plus général de la fabrication (12,5 %), de même que pour l'ensemble des industries (21,3 %) (voir **graphique 2**). En 2023, il représente 7,5 % du secteur de la fabrication et 1,0 % de l'ensemble des industries au Québec. Il est dominé par le sous-secteur de la fabrication de machines pour le commerce et les industries de services, sous-secteur qui compte pour 20,4 % du PIB du secteur, puis par celui de la fabrication d'appareils de ventilation, de chauffage, de climatisation et de réfrigération commerciale (19,6 %) et celle de machines industrielles (19,5 %). 

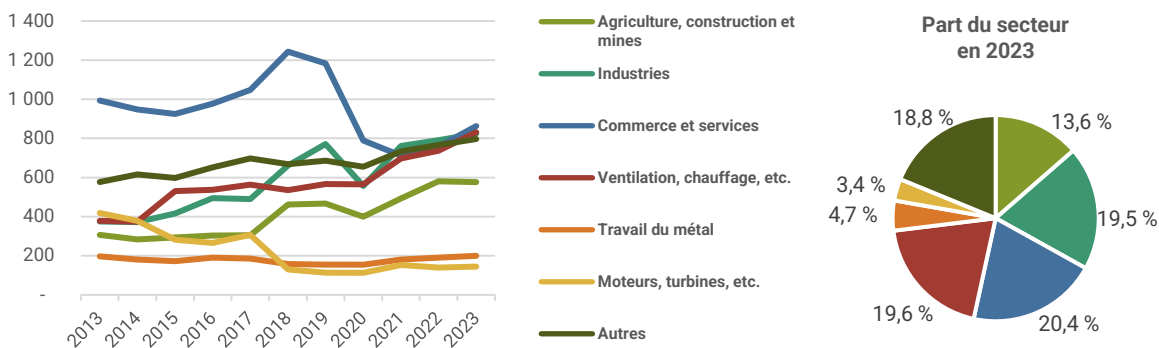
Graphique 1 – PIB du secteur de la fabrication de machines, en millions de dollars enchaînés de 2017



M\$ (enchaînés 2017)	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Canada	15 385	17 036	19 762	28,4 %
Reste du Canada	6 109	5 452	6 333	3,7 %
Ontario	6 031	7 730	9 193	52,4 %
Québec	3 246	3 855	4 236	30,5 %
Québec / Canada	21,1 %	22,6 %	21,4 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0402-01.

Graphique 2 – PIB des sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec, en millions de dollars enchaînés de 2017



M\$ (enchaînés 2017)	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Ensemble des industries	360 384	398 858	437 231	21,3 %
Fabrication	49 919	54 995	56 152	12,5 %
Fabrication de machines	3 246	3 855	4 236	30,5 %
Fabrication de machines / Ensemble des industries	0,9 %	1,0 %	1,0 %	

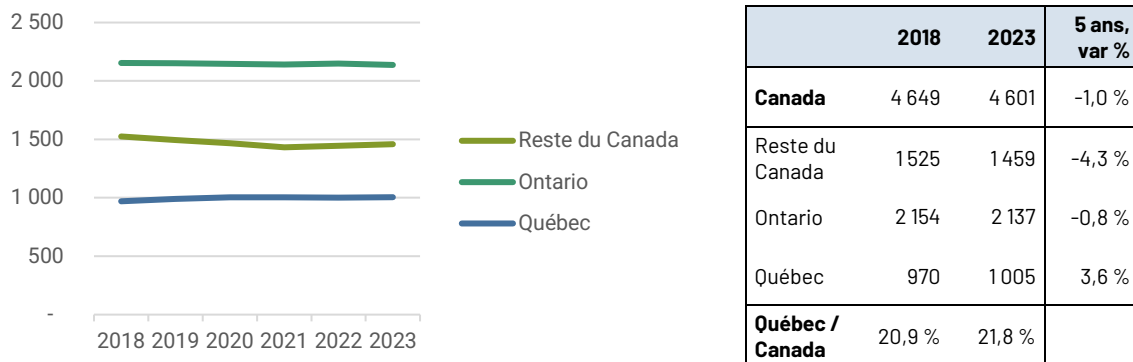
Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0402-01.

Le nombre d'entreprises dans le SFM est relativement stable au Québec, ayant très légèrement augmenté pour passer de 970 à 1005, soit une augmentation de 3,6 % de 2018 à 2023. Cette augmentation se compare avantageusement au même secteur en Ontario et au Canada, où le nombre d'entreprises a diminué (voir **graphique 3**). La part des entreprises québécoises dans le SFM au pays a ainsi légèrement augmenté, passant de 20,9 % à 21,8 % de 2018 à 2023.

Au Québec, la croissance du nombre d'entreprises dans ce secteur (3,6 %) est plus élevée que le secteur plus général de la fabrication (1,3 %), mais plus faible que celle de l'ensemble des industries (6,6 %)(voir **graphique 4**). Toutefois, le nombre d'entreprises dans ce secteur ne compte toujours que pour 0,4 % des entreprises de l'ensemble des industries au Québec. Près du quart des entreprises de ce secteur relèvent du sous-secteur de la fabrication d'autres machines d'usage général (24,5 %), suivi par la fabrication de machines industrielles (22,3 %) et celui de la fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière (14,5 %).

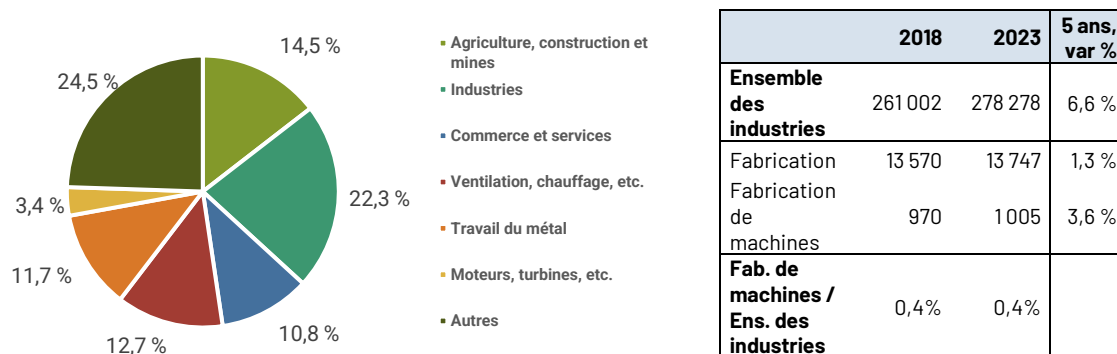
Enfin, notons que le SFM au Québec se caractérise par une proportion plutôt élevée de moyennes et grandes entreprises (200 employés et plus) qui s'élève à 2,6 %, contre 2,8 % pour le secteur de la fabrication et 0,9 % pour l'ensemble des industries. Quant aux entreprises de moins de 10 employés, elles se limitent à 48,8 %, contre 50,8 % pour le secteur de la fabrication et 71,7 % pour l'ensemble des industries.

Graphique 3 – Nombre d'entreprises dans le secteur de la fabrication de machines



Source : Statistique Canada. Tableau 33-10-0023-01. Données non disponibles jusqu'en 2013.

Graphique 4 – Nombre d'entreprises dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec

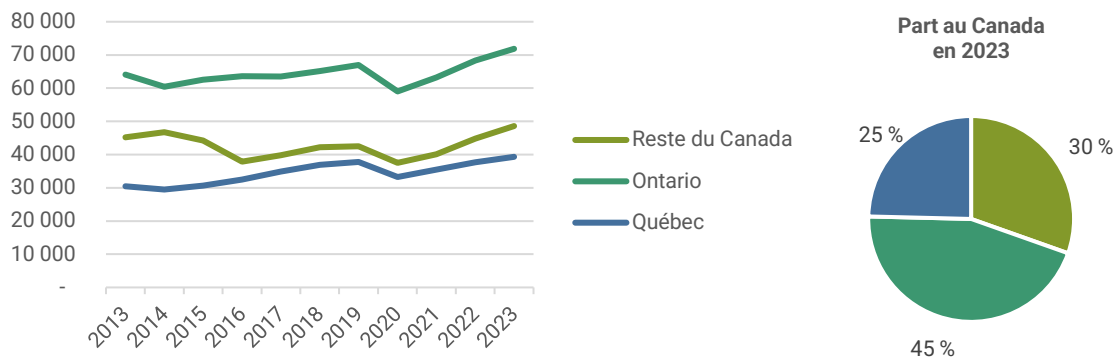


Source : Statistique Canada. Tableau 33-10-0023-01. Données non disponibles jusqu'en 2013.

Le nombre d'emplois dans le SFM, qu'il s'agisse de travailleurs salariés ou autonomes, offre un portrait comparable à celui du PIB. En effet, les emplois sont également en croissance, leur nombre étant passé de 30 495 à 39 320 de 2013 à 2023. Cette augmentation de 28,9 % (voir **graphique 5**) est nettement plus grande que celle du Canada pour le même secteur (14,3 %), et ce, aussi bien comparativement à l'Ontario (12,1 %) qu'au reste du Canada (7,6 %). En définitive, la part occupée par les emplois québécois du SFM au pays a augmenté, étant passée de 21,8 % à 24,6 % durant la décennie de 2013 à 2023.

Au Québec, l'augmentation des emplois dans le SFM (28,9 %) a été largement supérieure à celle du secteur de la fabrication (6,0 %) et plus grande que celle de l'ensemble des industries (12,6 %) (voir **graphique 6**). Les emplois dans ce secteur représentent désormais 8,4 % des emplois du secteur de la fabrication et 0,9 % de ceux de l'ensemble des industries au Québec. Il est dominé par le sous-secteur de la fabrication d'appareils de ventilation, de chauffage, de climatisation et de réfrigération commerciale (21,0 %), suivi par la fabrication d'autres machines d'usage général (19,8 %), puis par celle de machines pour le commerce et les industries de services (19,2 %).

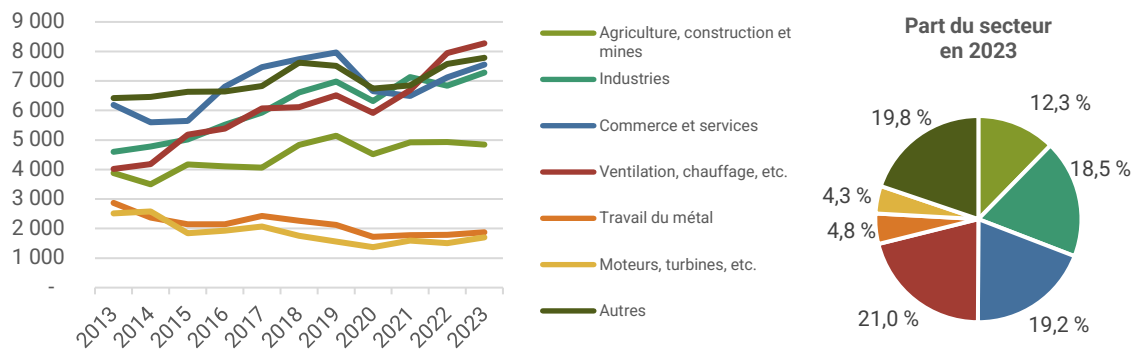
Graphique 5 – Nombre d'emplois dans le secteur de la fabrication de machines



	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Canada	139 770	144 215	159 760	14,3 %
Reste du Canada	45 160	42 170	48 590	7,6 %
Ontario	64 115	65 105	71 850	12,1 %
Québec	30 495	36 940	39 320	28,9 %
Québec / Canada	21,8 %	25,6 %	24,6 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0489-01.

Graphique 6 – Nombre d’emplois dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec



	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Ensemble des industries	4 024 810	4 273 100	4 532 415	12,6 %
Fabrication	441 505	479 750	467 785	6,0 %
Fabrication de machines	30 495	36 940	39 320	28,9 %
Fabrication de machines / Ensemble des industries	0,8 %	0,9 %	0,9 %	

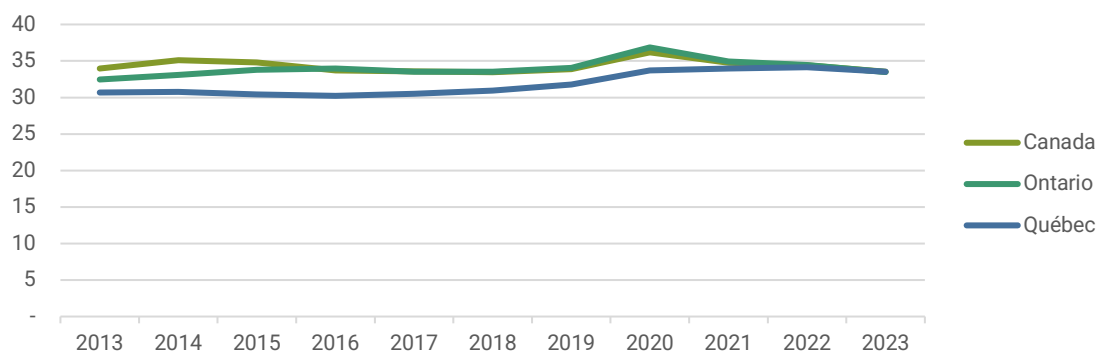
Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0489-01.

Le taux salarial effectif des employés du SFM, qui inclut le salaire et les traitements calculés sur une base horaire, s’est sensiblement amélioré au Québec au fil des années, et ce, même en étant exprimé en dollars constants¹⁸. Ce dernier est passé de 30,70 \$ à 33,54 \$ de 2013 à 2023, une augmentation de 9,3 % (voir **graphique 7**). Pour la même période, cette croissance a été plus faible en Ontario, s’élevant à 3,2 %, et l’évolution s’est révélée négative au Canada avec une baisse de -1,2 %. Le Québec a ainsi rattrapé le taux salarial effectif pour le même secteur au Canada et en Ontario.

Au Québec, la croissance de ce taux dans le SFM (9,3 %) a été légèrement inférieure à celle du secteur de la fabrication (9,5 %), et davantage encore que celui de la moyenne de l’ensemble des industries (11,8 %) (voir **graphique 8**). Ainsi, bien qu’un rattrapage important ait été effectué dans ce secteur à l’égard du Canada, il a plutôt perdu du terrain en comparaison à l’ensemble des industries au Québec. Le taux salarial effectif dans le SFM, qui représentait 108,2 % de celui de l’ensemble des industries en 2013, n’en représente désormais que 105,8 %. Au sein des sous-secteurs de la fabrication de machines, ce taux fluctue, s’élevant à 44,69 \$ pour la fabrication de machines pour le commerce et les industries de services et se limitant à 27,31 \$ pour la fabrication de machines-outils pour le travail du métal.

¹⁸ L’usage du dollar constant tient compte de l’inflation en neutralisant son effet, permettant ainsi d’apprécier l’évolution réelle de données comme le salaire. Le taux salarial effectif renvoie au « rapport des salaires et traitements versés aux salariés à leur nombre d’heures travaillées » (Statistique Canada. Tableau 36-10-0489-01). Les salaires et traitements incluent les gains habituels, de même que les paiements spéciaux, les options d’achat d’actions et les primes. Ils excluent toutefois les revenus supplémentaires, comme les contributions des employeurs à divers régimes liés notamment aux pensions ou à la santé (<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/13-017-x/2008001/themes/ch03/5213343-fra.htm>).

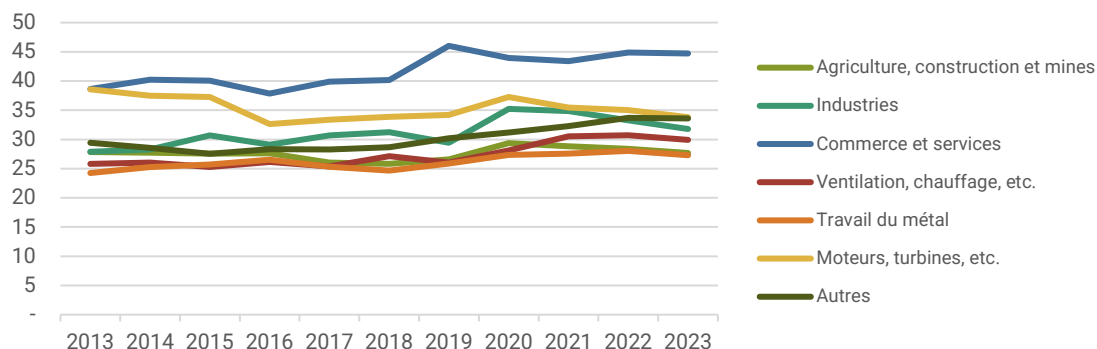
Graphique 7 – Taux salarial effectif dans le secteur de la fabrication de machines, en dollars constants de 2017



	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Canada	33,95 \$	33,46 \$	33,54 \$	-1,2 %
Ontario	32,46 \$	33,52 \$	33,50 \$	3,2 %
Québec	30,70 \$	30,94 \$	33,54 \$	9,3 %
Québec / Canada	90,4 %	92,5 %	100,0 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0489-01.

Graphique 8 – Taux salarial effectif dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec, en dollars constants de 2017



	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Ensemble des industries	28,37 \$	29,00 \$	31,72 \$	11,8 %
Fabrication	29,03 \$	28,76 \$	31,80 \$	9,5 %
Fabrication de machines	30,70 \$	30,94 \$	33,54 \$	9,3 %
Fabrication de machines / Ensemble des industries	108,2 %	106,7 %	105,8 %	

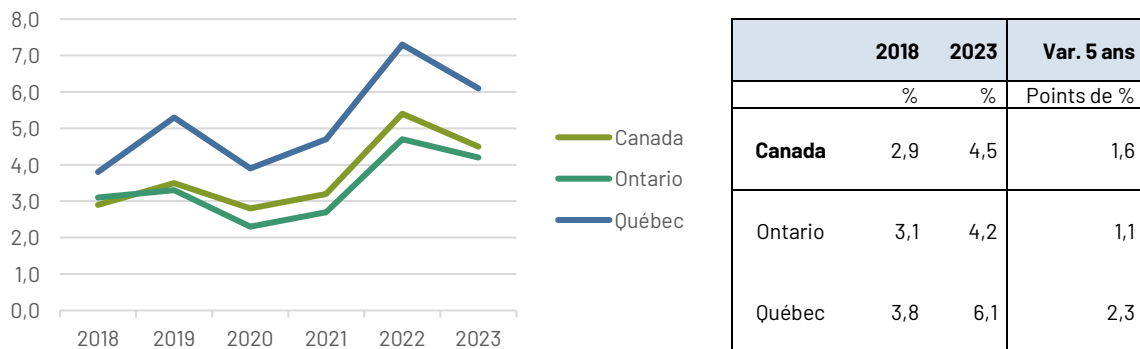
Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0489-01.

En ce qui concerne le taux de postes vacants, celui-ci semble amorcer une redescente à partir de 2023, après avoir atteint un sommet en 2022. Ainsi, dans le SFM au Québec, le nombre de postes vacants est passé de 1 150 à 2 590 de 2018 à 2023, une augmentation

importante de 125,2 %. Le taux de postes vacants dans ce secteur au Québec est donc passé de 3,8 % à 6,1 %, soit une augmentation de 2,3 points de pourcentage. Cette augmentation s'avère nettement supérieure à la croissance de ce taux au Canada dans le même secteur, où il est passé de 2,9 % à 4,5 % (+1,6 point de pourcentage), ou encore à celui de l'Ontario, où il est passé de 3,1 % à 4,2 % (+1,1 point de pourcentage)(voir **graphique 9**).

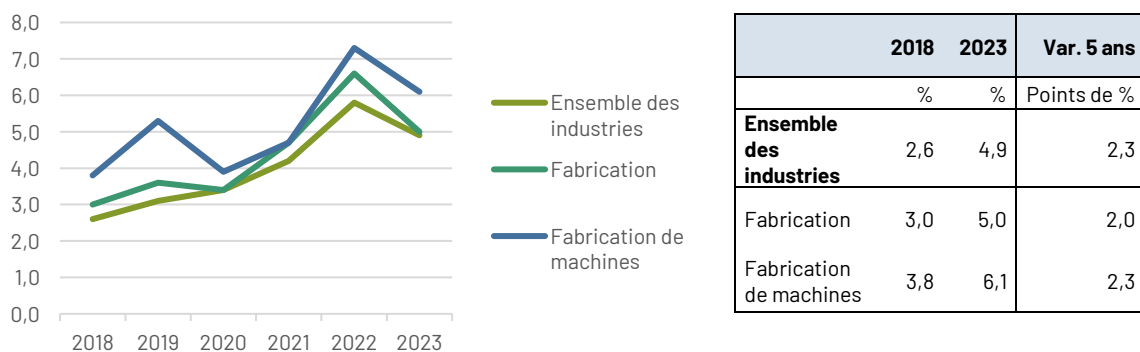
Au Québec, le taux de postes vacants dans le SFM est plus important que celui du secteur de la fabrication, où ce taux est passé de 3,0 % à 5,0 % (+2,0 points de pourcentage), et de l'ensemble des industries, où il est passé de 2,6 % à 4,9 % (+2,3 points de pourcentage) (voir **graphique 10**). Il s'agit d'un bilan préoccupant, qui découle de problèmes de recrutement et de rétention de la main-d'œuvre, problèmes qui sont particulièrement présents dans ce secteur. Cependant, cela peut aussi constituer une occasion d'innovation, en cherchant à automatiser davantage la production au moyen des technologies numériques, et ce, sans entraîner de vagues de licenciement.

Graphique 9 – Taux de postes vacants dans le secteur de la fabrication de machines



Source : Statistique Canada. Tableau 14-10-0326-01. Données non disponibles jusqu'en 2013.

Graphique 10 – Taux de postes vacants au Québec



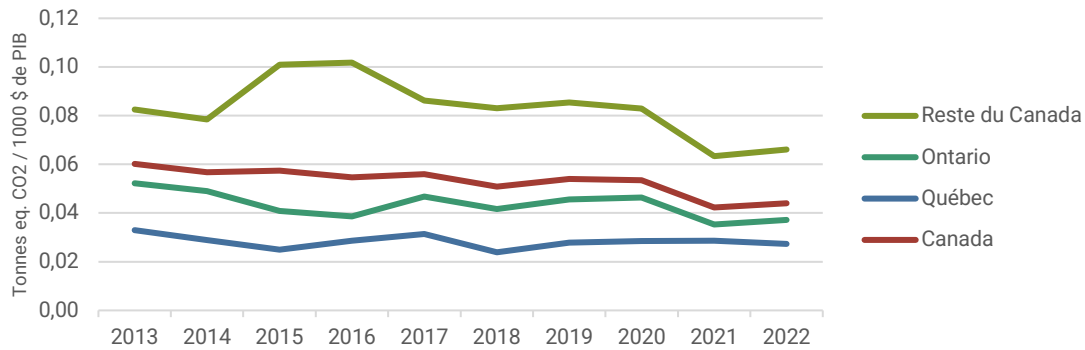
Source : Statistique Canada. Tableau 14-10-0326-01. Données non disponibles jusqu'en 2013.

Enfin, quant aux enjeux environnementaux dans le SFM, plus particulièrement en ce qui a trait aux émissions de GES, le bilan est mitigé au Québec pour ce secteur. Si les émissions du SFM dans la province ont légèrement augmenté, passant de 107 000 à 108 000 tonnes d'équivalent dioxyde de carbone (t éq. CO₂), une croissance de 0,9 % de 2013 à 2022, il faut

néanmoins tenir compte de l'augmentation non négligeable du PIB de 30,5 % sur les dix dernières années. En effet, en rapportant les émissions de GES par tranche de 1 000 \$ de PIB, on remarque que l'intensité des émissions de GES dans le SFM au Québec se révèle doublement enviable (voir **graphique 11**). D'abord, elle a diminué de 0,033 à 0,027 t éq. CO₂/1 000 \$ de PIB (-17 %) de 2013 à 2022. Ensuite, les émissions de GES rapportées au PIB sont restées inférieures au Québec sur toute la période en comparaison avec le Canada, l'Ontario et le reste du Canada : elles sont passées respectivement de 0,060 à 0,044 au Canada (-27 %), de 0,052 à 0,037 en Ontario (-29 %) et de 0,083 à 0,066 dans le reste du Canada (-20 %).

De même, le bilan du secteur est intéressant lorsqu'on le compare à l'ensemble des industries au Québec. Tandis que l'intensité des émissions du SFM diminuait de 17 %, passant de 0,033 à 0,027 t éq. CO₂/1 000 \$ de PIB de 2013 à 2022, celle-ci diminuait de seulement 10 % pour l'ensemble des industries, où elle demeure aussi largement supérieure, étant passée de 0,173 à 0,155 t éq. CO₂/1 000 \$ de PIB pour la même période (voir **graphique 12**).

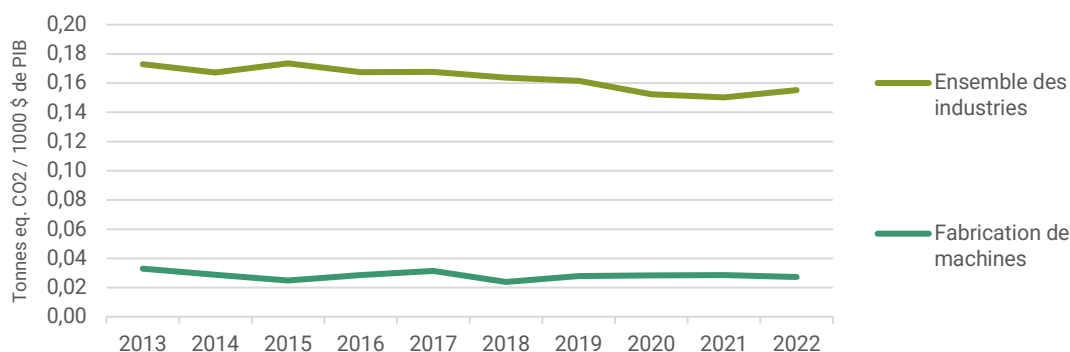
Graphique 11 – Émissions de GES dans le secteur de la fabrication de machines



Tonnes éq. CO ₂	2013	2022	Var. 9 ans
Canada	926 000	807 000	-12,9 %
Reste du Canada	504 000	377 000	-25,2 %
Ontario	315 000	322 000	2,2 %
Québec	107 000	108 000	0,9 %
Québec / Canada	11,6 %	13,4 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 38-10-0097-01. Il est à noter que les données de l'année 2023 ainsi que du secteur plus général de la fabrication n'étaient pas disponibles dans ce tableau de Statistique Canada.

Graphique 12 – Émissions de GES au Québec



Tonnes eq. CO ₂	2013	2022	Var. 9 ans
Ensemble des industries	62 352 000	67 421 000	8,1 %
Fabrication de machines	107 000	108 000	0,9 %
Fabrication de machines / Ensemble des industries	0,17 %	0,16 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 38-10-0097-01. Il est à noter que les données de l'année 2023 ainsi que du secteur plus général de la fabrication n'étaient pas disponibles dans ce tableau de Statistique Canada.

2.2. Indicateurs d'innovation

Maintenant que nous avons une meilleure idée de la place qu'occupe le secteur de la fabrication de machines au Québec et au Canada, que ce soit sur les plans du PIB, des emplois ou des émissions de GES, nous pouvons à présent nous pencher sur les indicateurs qui nous permettront de rendre compte des tendances, des enjeux et des occasions à saisir en innovation, en commençant par la productivité, soit le rapport de la valeur ajoutée réelle aux heures travaillées.

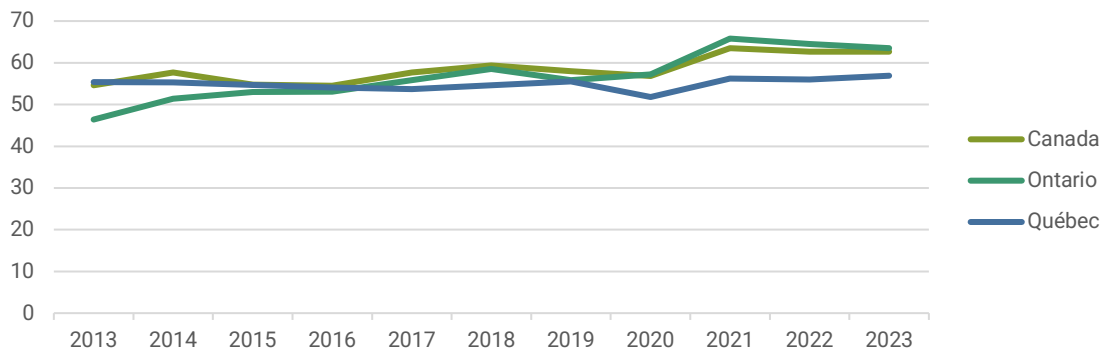
Dans le SFM, la productivité a augmenté légèrement – et lentement – au Québec de 2013 à 2023, passant de 55,40 \$ à 56,90 \$ en dollars enchaînés de 2017, soit une augmentation de 2,7 % (voir **graphique 13**). Cette croissance demeure largement en deçà de celle du Canada dans ce secteur, où la productivité est passée pour la même période de 54,60 \$ à 62,70 \$ (+14,8 %), et davantage encore si on la compare à celle de l'Ontario, où elle est passée de 46,40 \$ à 63,50 \$ (+36,9 %). Par conséquent, aussi bien vis-à-vis du Canada que de l'Ontario, le Québec perd du terrain en matière de productivité dans le SFM. Alors qu'elle représentait 101,5 % de la productivité du Canada dans ce secteur en 2013, elle n'en représente plus que 90,7 % en 2023. De même, tandis qu'elle représentait 119,4 % de celle de l'Ontario en 2013, elle n'en représente plus que 89,6 % en 2023.

Si l'on s'en tient au Québec, la productivité du SFM affiche une performance similaire. Alors qu'elle a augmenté de seulement 2,7 % de 2013 à 2023, l'augmentation de la productivité dans le secteur de la fabrication s'élevait quant à elle de 8,7 %, et celle de l'ensemble des industries de 9,2 % (voir **graphique 14**). De manière relative, la productivité dans le SFM a donc perdu du terrain. Tandis qu'elle représentait 91,4 % de celle de la fabrication en 2013, elle n'en représentait

plus que 86,3 % en 2023. De même, alors qu'elle représentait 102,4 % de celle de l'ensemble des industries en 2013, elle n'en représentait que 96,3 % en 2023.

Au sein des sous-secteurs de la fabrication de machines, la productivité varie et fluctue, parfois de manière importante. Elle a décliné de façon majeure dans le sous-secteur de la fabrication de machines pour le commerce et les industries de services (-27,2 %), tout en y demeurant au niveau le plus élevé parmi les sous-secteurs, à 60,90 \$. De même, elle a aussi décliné substantiellement dans le sous-secteur de la fabrication de moteurs, de turbines et de matériel de transmission de puissance (-47,3 %), pour atteindre le bas du classement à 43,60 \$. Quant à la productivité des autres sous-secteurs, elle a plutôt augmenté, et ce, de façon importante pour la fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière (+41,5 %) et la fabrication de machines industrielles(+46,5 %), et davantage encore pour la fabrication de machines-outils pour le travail du métal(+60,5 %), atteignant respectivement 59,70 \$, 59,90 \$ et 54,90 \$.

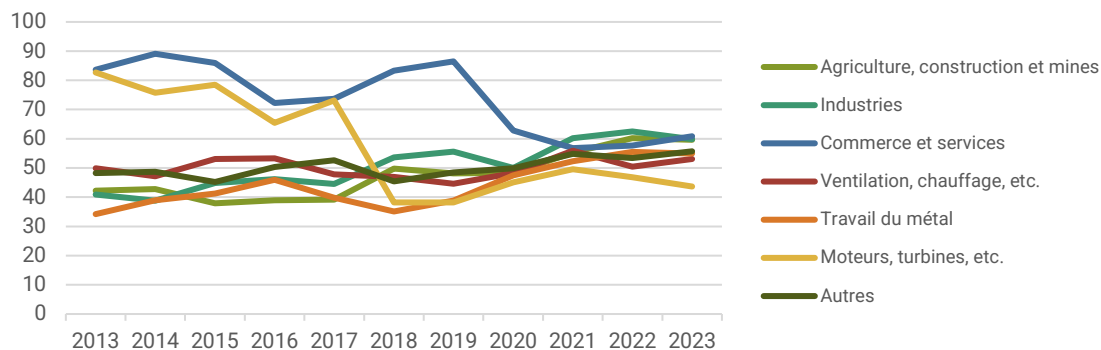
Graphique 13 – Productivité du travail dans le secteur de la fabrication de machines, en dollars enchaînés de 2017



	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Canada	54,60 \$	59,40 \$	62,70 \$	14,8 %
Ontario	46,40 \$	58,50 \$	63,50 \$	36,9 %
Québec	55,40 \$	54,60 \$	56,90 \$	2,7 %
Québec / Canada	101,5 %	91,9 %	90,7 %	
Québec/Ontario	119,4 %	93,3 %	89,6 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0480-01.

Graphique 14 – Productivité du travail dans les sous-secteurs de la fabrication de machines au Québec, en dollars enchaînés de 2017



	2013	2018	2023	Var. 10 ans
Ensemble des industries	54,10 \$	56,50 \$	59,10 \$	9,2 %
Fabrication	60,60 \$	61,40 \$	65,90 \$	8,7 %
Fabrication de machines	55,40 \$	54,60 \$	56,90 \$	2,7 %
Fabrication de machines / Ensemble de l'industrie	102,4 %	96,6 %	96,3 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0480-01.

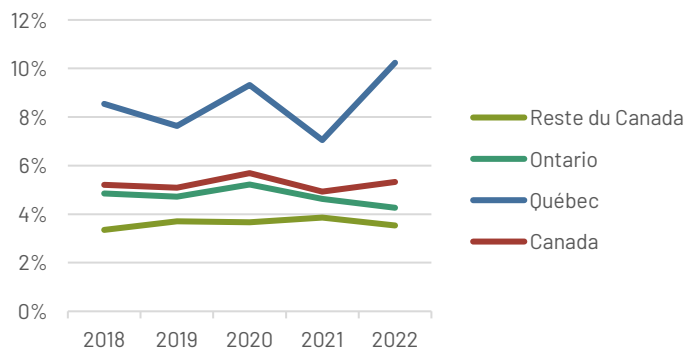
En ce qui concerne les dépenses des entreprises en R-D dans le SFM, il est à noter que les données par province sont à prendre avec un grain de sel ou, comme le suggère Statistique Canada, elles doivent être utilisées « avec prudence ». Cela dit, le portrait du SFM au Québec se démarque de façon intéressante. Si les dépenses en R-D ont fluctué, elles ont en définitive augmenté de 23,0 % de 2018 à 2022, passant de 329 M\$ à 405 M\$ en dollars constants de 2017 (voir **graphique 15**). En comparaison, elles ont augmenté de façon moins importante au Canada, soit de 10,1 %. Plus précisément, elles ont diminué en Ontario de 1,4 %, mais augmenté de 10,4 % dans le reste du Canada. En outre, les dépenses du Québec en R-D dans le secteur comptent désormais pour 41 % de celle du Canada.

Exprimées d'une autre manière, lorsqu'on les rapporte au PIB, ces dépenses sont passées dans le SFM au Québec de 8,55 % à pas moins de 10,24 % du PIB dans le secteur de 2018 à 2022. Pendant ce temps, ce ratio est demeuré relativement stable au pays, passant pour la même période de 5,21 % à 5,33 %. D'un côté, il a diminué en Ontario, passant de 4,86 % à 4,26 % et, de l'autre, il a augmenté dans le reste du Canada, passant de 3,35 % à 3,54 %.

Si l'on s'en tient au Québec, le portrait est tout aussi intéressant. Alors que les dépenses en R-D dans le SFM ont augmenté de 23,0 % de 2018 à 2022, on observait une diminution de 9,2 % dans le secteur plus général de la fabrication, et une hausse de 13,8 % pour l'ensemble des industries (voir **graphique 16**). Rapportées au PIB, les dépenses en R-D dans la fabrication de machines font très bonne figure. Elles représentaient 10,24 % du PIB en 2022, tandis qu'elles se limitaient à 4,15 % pour le secteur de la fabrication, et à 1,46 % pour l'ensemble des industries.

En somme, non seulement les dépenses en R-D sont en croissance dans le SFM au Québec, mais la situation est meilleure comparativement au même secteur au Canada, et largement supérieure au secteur plus général de la fabrication ou à la moyenne des industries au Québec.

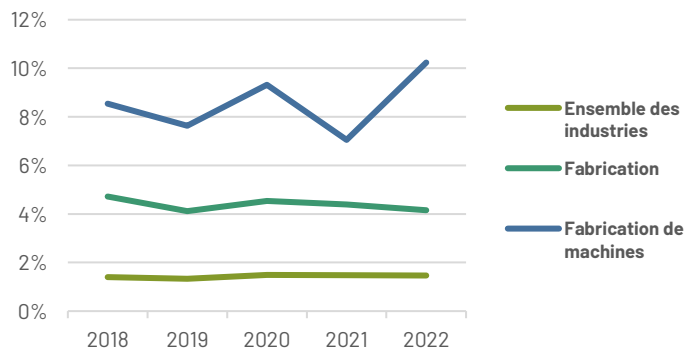
Graphique 15 – Dépenses en R-D dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage du PIB et millions de dollars constants de 2017



M\$	2018	2022	Var. 4 ans
Canada	888	977	10,1 %
Reste du Canada	183	202	10,4 %
Ontario	375	370	-1,4 %
Québec	329	405	23,0 %
Québec / Canada	37 %	41 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0341-01. Les données du Québec et de l'Ontario pour la fabrication de machines doivent être utilisées avec prudence. Année 2023 non disponible.

Graphique 16 – Dépenses en R-D au Québec, en pourcentage du PIB et millions de dollars constants de 2017



M\$	2018	2022	Var. 4 ans
Ensemble des industries	5 586	6 355	13,8 %
Fabrication	2 595	2 357	-9,2 %
Fabrication de machines	329	405	23,0 %
Fab. d'aliments / Ens. des industries	5,9 %	6,4 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0341-01. Les données du Québec et de l'Ontario pour la fabrication de machines doivent être utilisées avec prudence. Année 2023 non disponible.

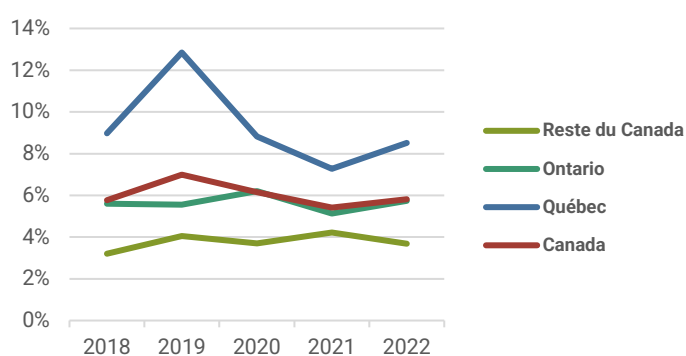
L'évolution du personnel affecté à la R-D dans le SFM au Québec suit une trajectoire relativement différente de celle des dépenses en R-D. Le nombre d'emplois en R-D a grandement fluctué, atteignant un sommet de 4 855 employés en 2019, puis un creux de 2 579 en 2021. En définitive, il a diminué de 3,1 % sur la période de 2018 à 2022, passant de 3 314 à 3 210 employés (voir **graphique 17**). À l'inverse, ces emplois ont augmenté de 5,6 % au Canada, à hauteur de 7,4 % pour l'Ontario et de 22,0 % pour le reste du Canada.

Exprimés d'une autre manière, lorsqu'on les rapporte au nombre total d'employés dans le secteur, les effectifs en R-D sont passés de 8,97 % à 8,51 % dans le SFM au Québec de 2018 à 2022. Pendant ce temps, ce ratio a légèrement augmenté au pays, passant de 5,76 % à 5,82 %, et ce, aussi bien en Ontario, où il est passé de 5,60 % à 5,73 %, que dans le reste du Canada, où il est passé de 3,20 % à 3,68 %.

Si l'on s'en tient au Québec, où le personnel affecté à la R-D dans le SFM a diminué de 3,1 % de 2018 à 2022, cette diminution a été encore plus marquée dans le secteur plus général de la fabrication, où elle a diminué de 9,4 %. À l'inverse, elle a augmenté de 18,0 % pour l'ensemble des industries (voir **graphique 18**). Rapportés au nombre total d'employés dans le secteur, les effectifs affectés à la R-D en représentaient 8,51 % en 2022, contre 3,86 % pour le secteur de la fabrication et 1,35 % pour le secteur de la fabrication.

En définitive, bien que le nombre d'employés consacrés à la R-D fluctue et suive présentement une trajectoire descendante, la situation du SFM au Québec demeure meilleure que pour le Canada, et nettement plus élevée que pour le secteur de la fabrication ou la moyenne des industries.

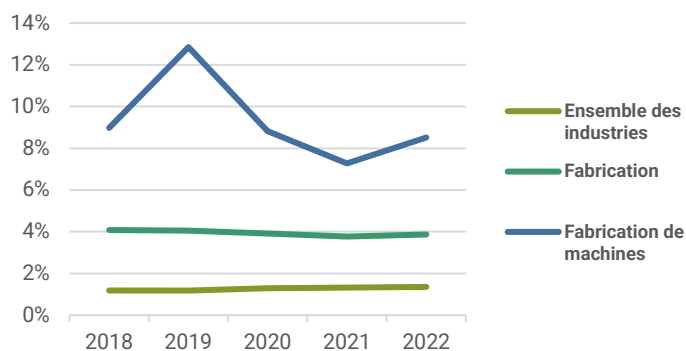
Graphique 17 – Personnel en R-D dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage d'employés et en nombre



	2018	2022	Var. 4 ans
Canada	8 312	8 774	5,6 %
Reste du Canada	1 351	1 648	22,0 %
Ontario	3 647	3 916	7,4 %
Québec	3 314	3 210	-3,1 %
Québec / Canada	39,9 %	36,6 %	

Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0341-01. Année 2023 non disponible.

Graphique 18 – Personnel en R-D au Québec, en pourcentage d'employés et en nombre



	2018	2022	Var. 4 ans
Ensemble des industries	50 490	59 577	18,0 %
Fabrication	19 576	17 738	-9,4 %
Fabrication de machines	3 314	3 210	-3,1 %
Fab. d'aliments / Ens. des industries	6,6 %	5,4 %	

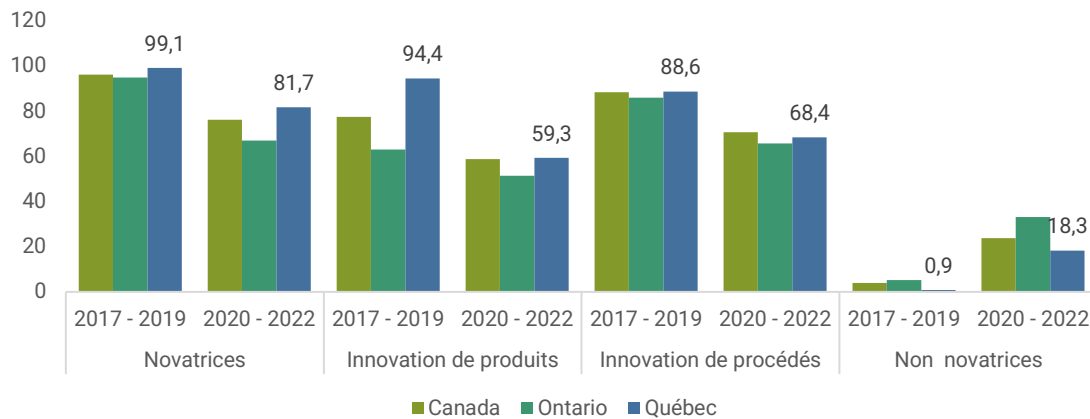
Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0341-01. Année 2023 non disponible.

En ce qui a trait aux entreprises innovantes dans le SFM, à savoir celles ayant introduit un nouveau produit ou procédé, on assiste à un important déclin des performances entre les périodes de référence 2017-2019 et 2020-2022 au Québec, performances qui demeurent néanmoins relativement élevées. Alors que le taux d'entreprises innovantes s'élevait à 99,1 % dans le secteur au Québec pour la période 2017-2019 (voir **graphique 19**), résultat supérieur à ceux du Canada et de

l'Ontario, où ils étaient respectivement de 96,1 % et de 94,8 %, ce taux ne s'élevait à 81,7 % pour la période 2020-2022, un chiffre tout de même supérieur à ceux du Canada et de l'Ontario, où ils avaient diminué pour atteindre respectivement 77,4 % et 66,9 %.

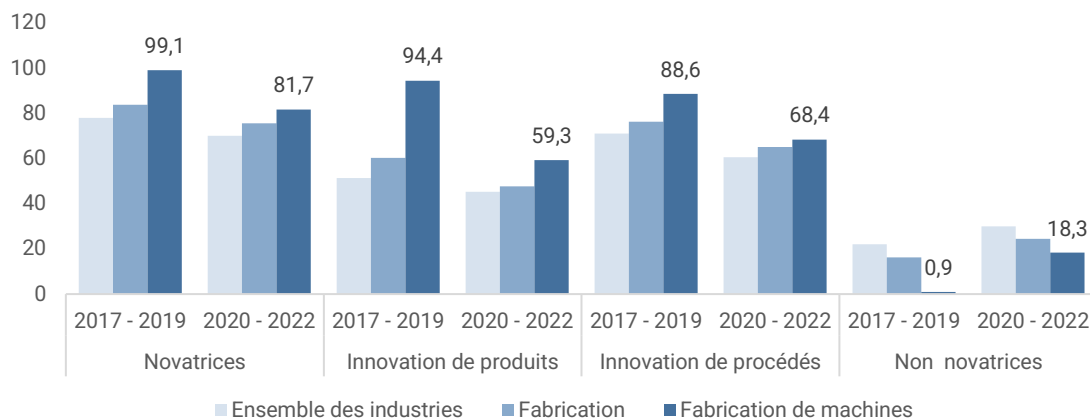
Au Québec, le bilan est similaire, le SFM se situant au-dessus du secteur plus général de la fabrication et de l'ensemble des industries malgré son déclin (voir **graphique 20**). Alors que le pourcentage d'entreprises innovantes dans le SFM en 2020-2022 ne se situait plus qu'à 81,7 %, il était de 75,5 % pour la même période dans le secteur de la fabrication, et de seulement 70,0 % pour l'ensemble des industries au Québec. Ainsi, en dépit d'un déclin qui se révèle préoccupant, le SFM ne s'en tire néanmoins pas si mal lorsqu'on le compare à d'autres; on constate une baisse généralisée aussi bien pour le même secteur ailleurs au Canada et en Ontario que pour les autres secteurs au Québec.

Graphique 19 – Entreprises innovantes dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage



Source : Statistique Canada. Tableaux 27-10-0361-01 et 27-10-0155-01.

Graphique 20 – Entreprises innovantes au Québec, en pourcentage



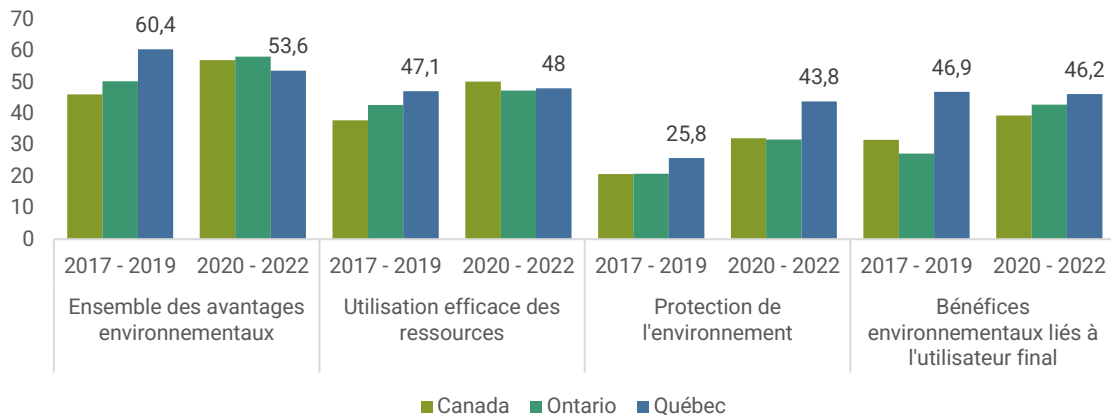
Source : Statistique Canada. Tableaux 27-10-0361-01 et 27-10-0155-01.

Il est possible de pousser plus loin l'analyse en ce qui a trait à l'introduction de nouveaux produits ou procédés, cette fois sur le plan des effets bénéfiques pour l'environnement. À ce niveau de précision, la ventilation rend toutefois les données moins fiables. D'après Statistique Canada, en ce qui concerne le SFM par province, les données doivent être utilisées « avec prudence ».

Cela étant précisé, la tendance au Québec dans le SFM se révèle en déclin, tandis qu'elle s'améliore de façon générale pour le même secteur au Canada et en Ontario. Le pourcentage de produits ou procédés, toutes catégories confondues, comportant des avantages environnementaux a diminué dans le secteur au Québec, passant de 60,4 % à 53,6 % entre les périodes de référence de 2017-2019 et 2020-2022 (voir **graphique 21**). Pour la même période, il a augmenté au pays pour passer de 46,1 % à 57,0 %, de même qu'en Ontario, où il est passé de 50,2 % à 58,1 %. Le SFM au Québec se démarque toutefois dans l'introduction de produits ou procédés, avec un taux de 43,8 % pour la période 2020-2022, contre 31,2 % pour le même secteur au Canada et 31,7 % en Ontario. En outre, il se démarque également pour les bénéfices environnementaux liés à l'utilisateur final, avec un taux de 46,2 %, plus élevé que ceux du Canada et de l'Ontario, qui sont de 39,3 % et 42,8 %, respectivement.

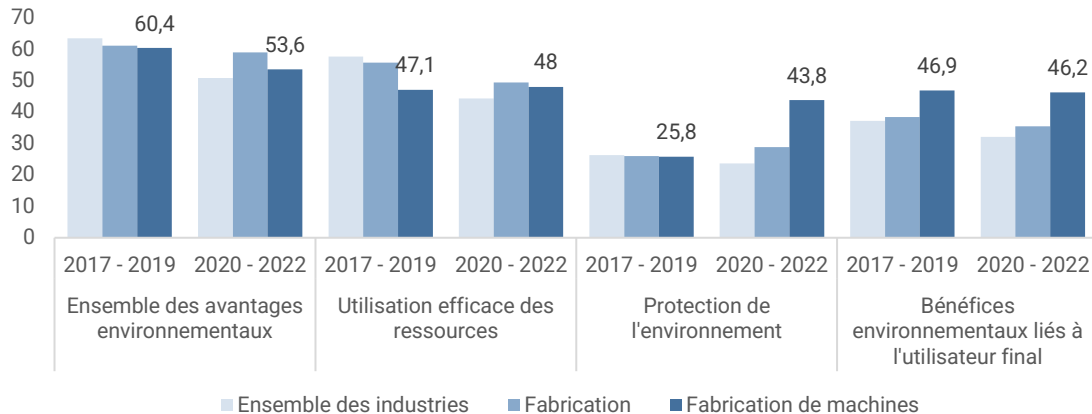
Si l'on s'en tient au Québec, le SFM se situe légèrement en dessous du secteur de la fabrication, mais légèrement au-dessus de l'ensemble des industries (voir **graphique 22**). Alors que le pourcentage d'innovations de produits ou de procédés comportant des avantages environnementaux se situait à 53,6 % pour le SFM au cours de la période 2020-2022, il se situait à 59,0 % pour le secteur de la fabrication et à 50,8 % pour l'ensemble des industries. Encore une fois, le SFM au Québec se démarque des autres secteurs pour ce qui est des innovations de produits ou procédés assurant une protection de l'environnement, avec un taux de 43,8 % contre 28,8 % pour le secteur de la fabrication et 23,6 % pour l'ensemble des industries.

Graphique 21 – Innovations de produits ou de procédés comportant des avantages environnementaux dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage



Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0402-01. Les données du Québec et de l'Ontario pour la fabrication de machines doivent être utilisées avec prudence.

Graphique 22 – Innovations de produits ou de procédés comportant des avantages environnementaux au Québec, en pourcentage

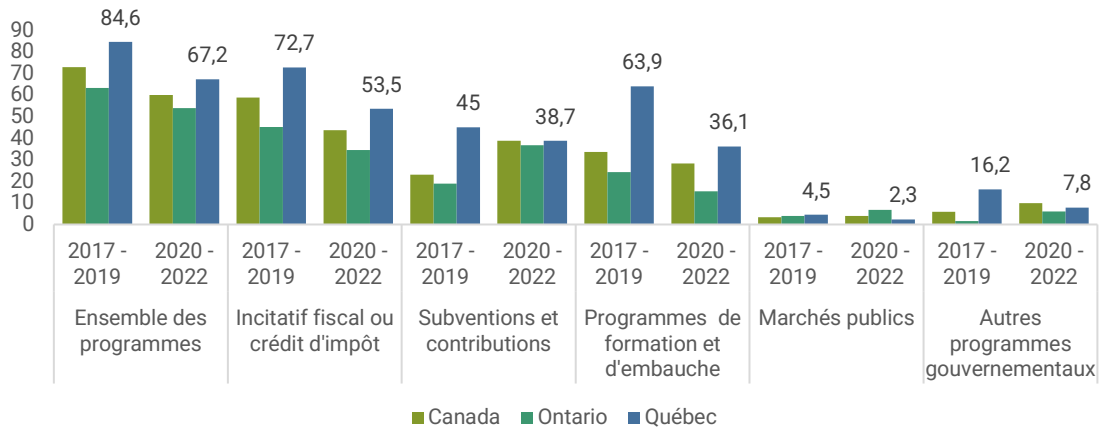


Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0402-01. Les données du Québec et de l'Ontario pour la fabrication de machines doivent être utilisées avec prudence.

En ce qui concerne le recours à des programmes gouvernementaux d'aide à l'innovation, le SFM au Québec se situe au-dessus du même secteur au Canada et en Ontario, malgré une tendance à la baisse. En effet, alors que 84,6 % des entreprises sondées dans le secteur avaient recours à ces programmes au Québec pour la période de 2017-2019, soit plus qu'au Canada (72,8 %) et qu'en Ontario (63,2 %) (voir **graphique 23**), ce pourcentage passait à 67,2 % pour la période de 2020-2022, ce qui demeure toutefois un meilleur résultat que le Canada (60,0 %) et que l'Ontario (53,8 %).

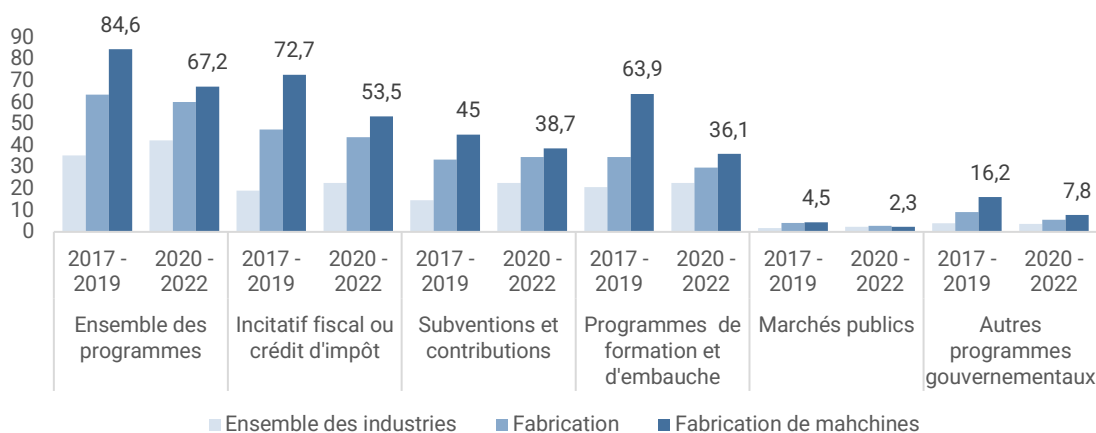
Pour ce qui est du Québec, le SFM a davantage recours aux programmes gouvernementaux que le secteur plus général de la fabrication et beaucoup plus que l'ensemble des industries. Bien que les entreprises du SFM ayant recours à ces programmes aient diminué à 67,2 % pour la période 2020-2022, ce pourcentage demeurerait néanmoins supérieur à celui de la fabrication, qui s'élevait à 60,1%, et bien supérieur à celui de l'ensemble des industries, qui était de 42,3 % (voir **graphique 24**).

Graphique 23 – Recours à des programmes gouvernementaux d'aide aux activités d'innovation dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage



Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0238-01.

Graphique 24 – Recours à des programmes gouvernementaux d'aide aux activités d'innovation au Québec, en pourcentage



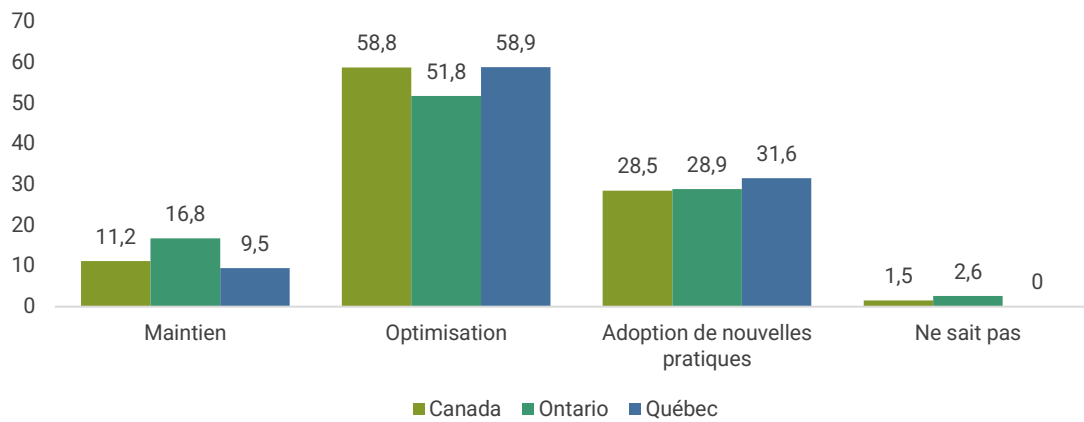
Source : Statistique Canada. Tableau 27-10-0238-01.

Pour terminer, en ce qui concerne l'ouverture des entreprises à la modification ou l'adoption de nouvelles pratiques d'organisation ou de gestion, nous ne disposons que d'une moyenne pour la période allant de 2018 à 2022, ce qui ne permet malheureusement pas d'effectuer des comparaisons sur plusieurs années.

Quoi qu'il en soit, pour ce qui est du SFM, le bilan pour le Québec est plutôt positif. En ce qui concerne l'adoption de nouvelles pratiques, le SFM au Québec se situe au-dessus de celui du Canada et de l'Ontario : 31,6 % des entreprises québécoises sondées s'y disent favorables, contre 28,5 % pour le Canada et 28,9 % pour l'Ontario (voir **graphique 25**). Pour ce qui est de l'optimisation des pratiques existantes, les entreprises québécoises (58,9 %) y semblent autant favorables qu'ailleurs au Canada (58,8 %), et sensiblement plus qu'en Ontario (51,8 %).

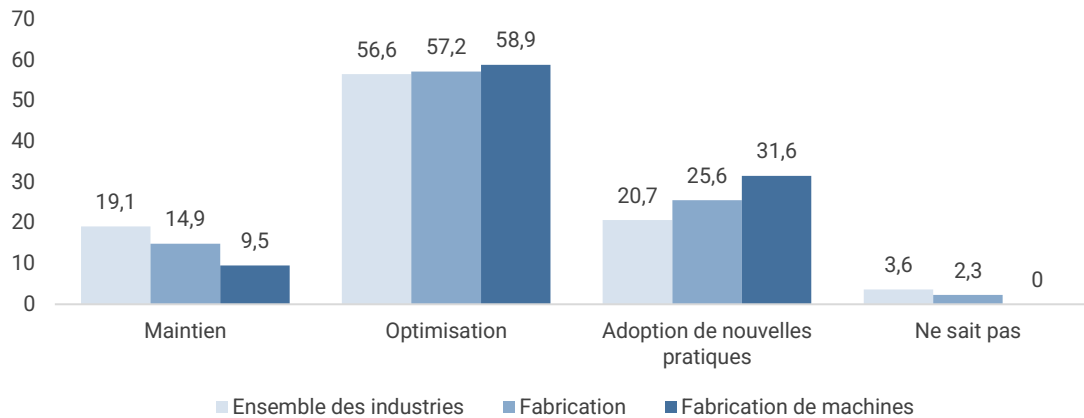
Pour ce qui est du Québec, les données se présentent de manière similaire, mais avec un écart supérieur. En ce qui concerne l'adoption de nouvelles pratiques, les entreprises du SFM se disent favorables à hauteur de 31,6 %, contre 25,6 % pour la fabrication et 20,7 % pour l'ensemble des industries (voir **graphique 26**). De même, pour ce qui est de l'optimisation des pratiques existantes, les entreprises du SFM (58,9 %) sont légèrement plus favorables que celles du secteur de la fabrication (57,2 %) et de l'ensemble des industries (56,6 %).

Graphique 25 – Transformation des pratiques organisationnelles et de gestion dans le secteur de la fabrication de machines, en pourcentage de 2018 à 2022



Source : Statistique Canada. Tableau 33-10-0157-01.

Graphique 26 – Transformation des pratiques organisationnelles et de gestion au Québec, en pourcentage de 2018 à 2022



Source : Statistique Canada. Tableau 33-10-0157-01.

2.3. Bilan de l'analyse statistique

Pour ce qui est des indicateurs économiques et environnementaux, que l'on compare avec le même secteur ailleurs au Canada ou avec les autres secteurs au Québec, le SFM est en croissance. Aussi bien du côté du PIB, des entreprises que des emplois, le SFM tend en effet à prendre de l'expansion en termes absolus et relatifs, et ce, aussi bien à l'intérieur du Canada qu'au Québec. Il est donc important de s'intéresser à ce secteur ainsi qu'aux tendances qu'il emprunte en matière d'innovation.

Le secteur compte toutefois quelques défis. En ce qui a trait au taux de postes vacants, ce dernier demeure élevé, malgré une baisse amorcée en 2022. Ce taux est plus élevé dans ce secteur au Québec qu'ailleurs au Canada et en comparaison avec les autres secteurs au Québec. Aussi, bien que le taux salarial effectif demeure plus élevé que pour d'autres secteurs au Québec, il croît moins vite que ces derniers, ce qui pourrait rendre encore plus difficile l'effort pour pourvoir les postes vacants. Pour ce qui est des GES, l'intensité des émissions rapportées au PIB du secteur est non seulement en diminution, mais elle se situe largement en deçà du même secteur ailleurs au Canada et en comparaison avec les autres secteurs au Québec.

Pour ce qui est des indicateurs en innovation, le bilan est plutôt positif. En matière de productivité, celle-ci s'est améliorée dans le SFM au Québec, mais de façon plus limitée que pour le même secteur ailleurs au Canada et en comparaison avec les autres secteurs de la province, si bien qu'il se situe désormais sous la moyenne de part et d'autre. En ce qui a trait aux dépenses en R-D, bien que volatiles, celles-ci se sont améliorées au cours des dernières années, tout en se situant au-dessus de la moyenne pour le même secteur ailleurs au Canada et pour l'ensemble des autres industries au Québec. Pour sa part, le personnel affecté à la R-D a diminué, mais se situe toujours au-dessus de ce que l'on observe ailleurs au Canada ou dans les autres secteurs au Québec.

Pour ce qui est des entreprises innovantes dans le SFM, la tendance est à la baisse, mais il en va de même ailleurs au Canada et pour les autres secteurs au Québec, si bien que la situation du SFM dans la province demeure viable. Les entreprises du secteur au Québec sont d'ailleurs de grandes utilisatrices des programmes incitatifs offerts par le gouvernement en matière d'innovation. Toutefois, plus d'efforts et de ressources pourraient être consacrés à l'introduction de produits et procédés comportant des effets bénéfiques pour l'environnement. Enfin, les entreprises du SFM au Québec se démarquent non seulement par leur opinion favorable à l'optimisation des pratiques organisationnelles et de gestion, mais également par leur intérêt envers l'adoption de nouvelles pratiques.

3. PORTRAIT INSTITUTIONNEL ET ORGANISATIONNEL

L'innovation suppose de sortir des sentiers battus et de remettre en question les façons de faire établies, qu'il s'agisse de nouveaux procédés de production ou de nouveaux produits. Dans les deux cas, l'innovation implique un certain niveau de risque et suppose le déploiement d'efforts et d'investissement en travail et en ressources pour se réaliser. L'ampleur, l'intensité et les retombées de la dynamique d'innovation dans une société dépendent donc étroitement de l'aide et des ressources mises à la disposition des entreprises qui souhaitent innover.

À cet égard, les paramètres du système d'innovation au Québec ont progressivement été développés au cours des années 1980 et 1990 pour ensuite être mis en place de manière plus formelle en 2001, avec l'adoption de la PQSI¹⁹. Bien que ces paramètres aient évolué au fil des différentes stratégies d'innovation implantées à chaque période de trois ou cinq ans²⁰, quatre mesures générales ont été maintenues à travers le temps afin de stimuler l'innovation.

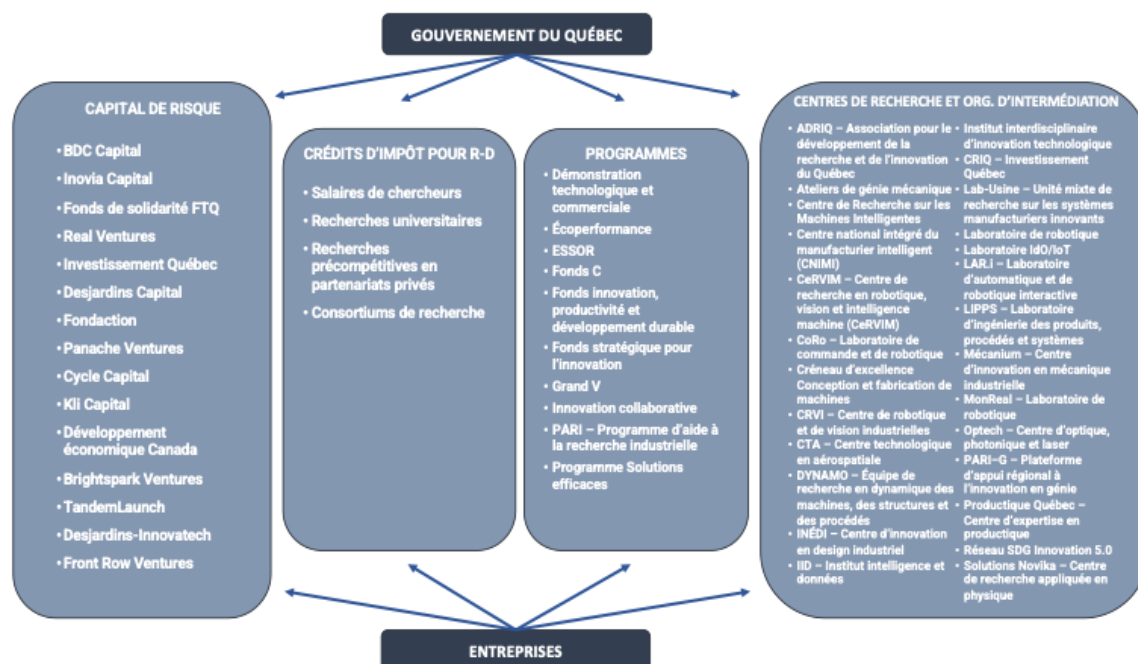
1. Les crédits d'impôt offerts aux entreprises pour encourager la R-D.
2. La mise sur pied de centres de recherche publique et d'organismes d'intermédiation visant la réalisation de projets en partenariats et le transfert technologique.
3. L'offre de financement par capital de développement et par capital de risque afin de favoriser la création d'entreprises innovantes.
4. Les programmes de subventions visant à stimuler l'innovation dans des secteurs précis et des créneaux porteurs.

En partant de ces quatre paramètres, nous proposons dans les sections suivantes de décrire les contours du système d'innovation au Québec, en ciblant les éléments qui se rattachent au secteur de la fabrication de machines.

¹⁹ MRST, *Savoir changer le monde. Politique québécoise de la science et de l'innovation*, Chicoutimi, Les classiques des sciences sociales, édition numérique, 2014 [2001].

²⁰ Voir la note 16.

Illustration 1 – Écosystème d’innovation du secteur de la fabrication de machines



3.1. Aide fiscale et crédits d’impôt

Depuis plus de 50 ans au Canada, on a vu apparaître des crédits d’impôt afin d’encourager la R-D réalisée en entreprise²¹. Cette approche s’est accentuée et a été pérennisée à partir des années 1990. Aujourd’hui, il est possible d’obtenir une aide fiscale pour les efforts consacrés par les entreprises à la R-D sous forme de crédits d’impôt provenant aussi bien du fédéral que du provincial.

Du côté fédéral, les entreprises peuvent obtenir des crédits d’impôt à l’investissement pour des travaux relevant de la recherche scientifique et du développement expérimental, comme la recherche pure ou appliquée, le développement expérimental ou les travaux de soutien. Ces crédits atteignent 35 % pour les PME et 15 % pour les grandes entreprises²².

Au Québec, les entreprises peuvent bénéficier de façon comparable de crédits d’impôt remboursables pour différentes raisons, comme les salaires consacrés au personnel affecté à la R-D, les cotisations versées à des consortiums de recherche ou les montants dépensés dans le cadre de partenariats avec des centres de recherche publics²³.

²¹ Agence de revenu du Canada : <https://www.canada.ca/fr/agence-revenu/services/recherche-scientifique-developpement-experimental-programme-encouragements-fiscaux/evolution-programme-perspective-historique.html>.

²² Gouvernement du Canada : <https://www.canada.ca/fr/agence-revenu/services/recherche-scientifique-developpement-experimental-programme-encouragements-fiscaux.html>

²³ Revenu Québec : <https://www.revenuquebec.ca/fr/citoyens/credits-dimpot/credits-dimpot-relatifs-a-la-recherche-scientifique-et-au-developpement-experimental-r-d/>.

Tous secteurs confondus, ce sont quelque 3 810 entreprises qui ont reçu ces crédits d'impôt au Québec en 2019, pour un montant total de 446 M\$. La tendance est toutefois largement à la baisse. En effet, le nombre total d'entreprises ayant bénéficié de ces crédits a diminué de 39 % depuis 2014, alors que le montant total en crédits a baissé de 35 %, en dollars constants de 2019. Aussi, une bonne partie de ces crédits est concentrée chez les plus grandes entreprises : les 100 premières sociétés ont accaparé 37,8 % des crédits de 2019, tandis que les 10 premières en ont accaparé 14,3 %²⁴. Il serait donc possible de relancer les efforts consacrés à la R-D, en misant toutefois plus particulièrement sur les PME du Québec.

3.2. Centres de recherche et organismes d'intermédiation

À partir des années 1980, et davantage encore depuis les années 1990, plusieurs centres de recherche appliquée, privilégiant une approche partenariale et favorisant le transfert technologique, ont progressivement vu le jour au Canada et au Québec. Parmi les plus importants, on compte les Réseaux de centres d'excellence (RCE) au niveau fédéral, récemment remplacés par le fonds Nouvelles frontières en recherche. Plusieurs centres de recherche situés dans les universités québécoises, financés par l'un des trois Conseils de recherche du Canada²⁵ ou l'un des trois Fonds de recherche du Québec²⁶, offrent également des possibilités de recherche réalisée en partenariat. De même, on compte au Québec les Regroupements stratégiques ainsi que de multiples centres de recherche appliquée, dont quelque 59 centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT) répartis dans toute la province, et qui ont pour mission d'offrir de l'aide technique, des services de recherche appliquée ou de la formation aux entreprises dans une variété de domaines.

À ces centres de recherche orientés vers le milieu entrepreneurial s'ajoutent différents organismes d'intermédiation qui font le pont entre la recherche publique et les entreprises privées. Il s'agit notamment des bureaux de liaison entreprises-universités (BLEU), dont sont dotées la plupart des universités, mais aussi les sociétés de valorisation, les incubateurs, les pôles technologiques, etc. Enfin, notons qu'il existe des pôles d'excellence, au niveau national, et des créneaux d'excellence, au niveau régional et interrégional, qui constituent des regroupements d'entreprises partageant une expertise commune et qui contribuent au développement d'un secteur économique ciblé, notamment en matière d'innovation.

Le secteur de la fabrication de machines compte une gamme variée de ces centres de recherche et d'organismes d'intermédiation voués à encourager l'innovation, entre autres dans le cadre d'approches partenariales. Vous trouverez une liste non exhaustive des centres de recherche liés au SFM à la page suivante (**tableau 3**).

²⁴ Institut de la statistique du Québec : https://statistique.quebec.ca/fr/document/aide-fiscale-quebecoise-pour-la-r-d-industrielle/tableau/aide-fiscale-du-gouvernement-du-quebec-pour-la-r-d-industrielle#tri_credit=10&tri_mesr=2248.

²⁵ Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC), Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH).

²⁶ Nature et technologies (FRQNT), Santé (FRQS) et Société et culture (FRQSC).

Tableau 3 – Liste non exhaustive des centres de recherche et organismes d’intermédiation dans le secteur de la fabrication de machines

ORGANISME	TYPE ET AFFILIATION	DESCRIPTION ²⁷	SITE WEB
ADRIQ – Association pour le développement de la recherche et de l’innovation du Québec	Réseau d’expertise	« L’ADRIQ anime son propre réseau d’accompagnement d’experts-conseils qui regroupe plus de 40 spécialistes. Ces derniers sont tous animés par la même volonté : conseiller les PME innovantes et leur donner rapidement accès aux ressources spécialisées qui contribueront à leur succès. La vaste expérience de nos conseillers nous permet d’offrir une expertise dans plusieurs domaines reliés aux technologies et à l’innovation, dont la transformation numérique, la cybersécurité, la gestion du changement, la propriété intellectuelle, le financement, les technologies de l’information, la commercialisation, les aspects juridiques, les stratégies d’affaires, etc. »	https://www.adriq.com/a-propos/
Ateliers de génie mécanique	Atelier de recherche, Université de Montréal	Cet atelier « résulte de la fusion en 2019 des ateliers de génie mécanique des départements de physique et de chimie. Le personnel de l’atelier de génie mécanique est fier de répondre à tout un ensemble de besoins variés de fabrication mécanique, que ce soit l’évaluation de faisabilité, le développement, la conception, la planification de mise en fabrication de pièces, les prototypes expérimentaux, et l’équipement scientifique ou tous dispositifs mécaniques ». Cet atelier possède notamment une expertise en usinage de précision, en impression 3D et en recherche et développement dans divers domaines.	https://fas.umontreal.ca/laboratoires/fas-mil/ateliers-de-genie-mecanique/
Centre de recherche sur les machines intelligentes	Centre de recherche, Université McGill	Ce centre est un « chef de file mondial dans la recherche sur les systèmes intelligents. Formés en tant que groupe de recherche interdépartemental et interfaculté entre des membres du génie électrique et informatique, du génie mécanique et de l’informatique, nos membres cherchent à faire progresser l’état des connaissances dans tous les domaines. Nos principaux thèmes de recherche tournent autour de la robotique, de l’intelligence artificielle, de la vision par ordinateur, de l’imagerie médicale, de l’haptique, des systèmes de contrôle, de l’animation par ordinateur et de l’apprentissage par renforcement ».	https://www.mcgill.ca/cim/fr
CNIMI – Centre national intégré du manufacturier intelligent	Centre de recherche, UQTR	« Misant sur l’établissement de liens durables et prospères, le CNIMI accompagne, forme et propulse les manufacturiers audacieux et innovants dans leur transition numérique en tirant avantage des outils et expertises de l’enseignement supérieur et du développement économique. »	https://cnimi.ca
CeRVIM – Centre de recherche en robotique, vision et intelligence machine	Centre de recherche, Université Laval	La mission du CeRVIM est « l’étude et le développement de systèmes intelligents évoluant et collaborant avec les humains dans le monde physique ». Il se spécialise notamment dans la vision artificielle 2D/3D, la modélisation, l’apprentissage machine, l’intelligence artificielle et les mécanismes robotiques.	http://cervim.ulaval.ca
CoRo – Laboratoire de commande et de robotique	Laboratoire de recherche, ÉTS	Ce laboratoire « regroupe une trentaine de membres qui travaillent à concevoir de nouveaux robots ou à améliorer des robots industriels offerts sur le marché en développant, par exemple, des accessoires ou des méthodes pour les utiliser de façon optimale. Les activités du CoRo sont axées sur la recherche appliquée en collaboration avec l’industrie et différents centres de recherche ».	https://www.etsmtl.ca/recherche-innovation/chaires-laboratoires-instituts-centres/laboratoires-recherche/commande-robotique

²⁷ Les descriptions proviennent des sites Internet mentionnés dans la colonne droite du tableau.

Créneau d'excellence Conception et fabrication de machines	Créneau d'excellence, manufacturiers en Mauricie et dans le Centre-du-Québec	Comme son nom l'indique, ce créneau soutient « le développement du secteur de la conception et fabrication de machines en mettant en œuvre des projets sur mesure, collaboratifs et novateurs, afin de renforcer l'écosystème régional en vue de stimuler la croissance, l'innovation et le rayonnement des entreprises au Québec et hors Québec ».	https://www.creneau-machines.com/fr/
CRVI – Centre de robotique et de vision industrielles	CCTT, Cégep de Lévis	« Le CRVI offre une gamme de services à la fine pointe des besoins de l'industrie manufacturière dans les domaines de la robotique industrielle, de la vision et de l'intelligence artificielle. »	https://www.crv.ca/services/
CTA – Centre technologique en aérospatiale	CCTT, Cégep Édouard-Montpetit	« Le CTA a pour mandat d'exercer des activités de recherche appliquée, d'aide technique et d'information dans le domaine de l'aérospatiale. Sa mission est de fournir à ses clients et partenaires, principalement les PME québécoises, des services à valeur ajoutée en termes de soutien à l'innovation et au développement en aérospatiale, leur permettant d'accroître leurs connaissances, leur productivité, leur compétitivité ainsi que la qualité de leurs produits et services. » Bien que spécialisé dans le domaine de l'aérospatiale, le CTA exerce également des activités en lien avec l'automatisation, l'industrie 4.0 et le design industriel, entre autres.	https://reseau.cctt.ca/centres/cta
DYNAMO – Équipe de recherche en dynamique des machines, des structures et des procédés	Laboratoire de recherche, ÉTS	Ce laboratoire a pour mission de « développer des connaissances et créer des technologies avant-gardistes pour répondre aux besoins d'innovation de l'industrie et former des ingénieurs et ingénieurs spécialisés qui deviendront des artisans du développement durable. Le laboratoire Dynamo [...] veut accompagner les entreprises qui souhaitent améliorer la qualité de leurs produits, tout comme le fonctionnement de leurs machines et procédés. [...] Notre équipe regroupe des professeurs, chercheurs, chercheuses, étudiants et étudiantes experts en simulations et recherches expérimentales. Nous bénéficions d'installations et de laboratoires uniques qui nous permettent de couvrir un large spectre du génie mécanique : réduction des vibrations, des bruits et de la fatigue, détection et suivi des défauts et de la dégradation, simulation des procédés ».	https://www.etsmtl.ca/laboratoires/dynamo#:~:text=Le%20laboratoire%20Dynamo%20%2D%20Équipe%20de,de%20leurs%20machines%20et%20procédés
INÉDI – Centre d'innovation en design industriel	CCTT, Cégep de Lanaudière	« La mission d'INÉDI est de faire progresser la pratique du design industriel par l'entremise de la recherche appliquée et du transfert technologique afin de favoriser concrètement l'innovation et la créativité dans le développement des produits, des structures et des processus des petites, moyennes et grandes entreprises. »	https://inedi.ca/le-centre/mission-vision-valeurs/
IID – Institut intelligence et données	Institut de recherche, Université Laval	« Les chercheurs de l'IID [...] contribuent au développement et à l'enrichissement des connaissances dans une multitude de champs d'application – de l'industrie 4.0 aux objets connectés, des méthodes d'apprentissage aux technologies immersives, de la ville intelligente à l'imagerie médicale, et plus encore. Leurs travaux soutiennent des avancées technologiques d'importance, notamment en robotique, en vision numérique, en apprentissage machine ou encore en traitement de données complexes, menés avec une préoccupation toute particulière en matière de confidentialité, d'éthique et d'acceptabilité sociale. »	https://iid.ulaval.ca/expertises/
3IT – Institut interdisciplinaire d'innovation technologique	Institut de recherche, Université de Sherbrooke	La « plateforme de robotique [3IT.Studio] permet l'intégration mécanique-électrique-informatique pour la conception de systèmes robotiques, ainsi que l'étude des interactions entre les usagers et de tels systèmes en condition se rapprochant le plus possible de la réalité ».	https://www.usherbrooke.ca/3it/fr/ecosysteme-technologique/robotique?utm_source=chatgpt.com#acc-39983-19699

CRIQ – Centre de recherche industrielle du Québec	Organisme d'intermédiation, Investissement Québec	« Nous accompagnons les entreprises dans leurs défis et leurs projets technologiques. Notre vision appliquée de l'innovation industrielle est fondée sur l'expérience terrain inégalée de notre équipe. [...] Notre équipe d'experts en innovation est en lien étroit avec des partenaires publics et privés qui décuplent notre portée innovante. Ces alliances stratégiques nous permettent d'agir comme maître d'œuvre de vos projets, ou de vous aiguiller vers des ressources complémentaires fiables et reconnues. »	https://innovation.investquebec.com/a-propos
Lab-Usine – Unité mixte de recherche sur les systèmes manufacturiers innovants	Centre de recherche, Université Laval	« La mission du Lab-Usine est de développer, mettre à l'avant-plan et partager le savoir-faire québécois en conception, mise en œuvre et pilotage des systèmes de production numériques. [...] L'avenir de notre secteur manufacturier repose sur sa capacité à innover par la mise en œuvre de systèmes manufacturiers dits de quatrième génération. On vise une meilleure productivité et davantage d'agilité afin de permettre la conception et la fabrication de produits sur mesure pour le client à des coûts proches de la fabrication en grande série. On pense notamment à de l'ingénierie automatisée à base d'intelligence artificielle et de modèles mathématiques, à des systèmes de production auto-reconfigurables avec lancement automatique de la production (planification automatisée des opérations en temps réel) et suivi de la production s'appuyant sur la science des données, la réalité augmentée et les jumeaux numériques. »	https://www.ulaval.ca/la-recherche/unites-de-recherche/unites-mixtes-de-recherche/lab-usine-unite-mixte-de-recherche-sur-les-systemes-manufacturiers-innovants
Laboratoire de robotique	Laboratoire de recherche, Université Laval	Ce laboratoire « fait partie du Département de génie mécanique de la Faculté des sciences et de génie. [...] Les travaux de recherche [qui y sont] menés sont financés par les grands organismes subventionnaires, soit le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT) ».	https://robot.fsg.ulaval.ca
Laboratoire de robotique	Laboratoire de recherche, Polytechnique Montréal	« Créé en 2006 par le professeur Lionel Birglen, [ce laboratoire] œuvre dans tous les domaines de la robotique depuis la conception mécanique à la commande. [...] Le domaine de spécialité du laboratoire est la conception complète de systèmes mécatroniques adaptatifs, en particulier pour la préhension. Plusieurs équipements de pointe sont disponibles dans ce but, dont plusieurs stations de travail informatiques, un poste de prototypage électronique, plusieurs machines de prototypage rapide mécanique, un équipement de contrôle temps-réel, de nombreux types de moteurs et capteurs de force, des systèmes à retour d'effort, ainsi que des robots mobiles avec système de vision. »	https://www.polymtl.ca/labrobot/accueil#:~:text=Le%20Laboratoire%20de%20robotique%20de,conception%20mécanique%20à%20la%20commande
Laboratoire IdO/IoT	Laboratoire de recherche, UQAM	Rattaché à l'École des sciences de la gestion (ESG), cette unité de recherche orientée vers le transfert technologique a pour mission de « stimuler la recherche appliquée sur l'Internet des Objets (IdO), en vue de favoriser les initiatives innovantes basées sur l'IdO au Québec et au Canada ».	https://labiot.uqam.ca/mission/
LAR.i – Laboratoire d'automatique et de robotique interactive	Laboratoire de recherche, UQAC	Ce laboratoire « œuvre dans le secteur des technologies 4.0 et des nouveaux créneaux en émergence pour préparer la prochaine révolution industrielle. [...] La recherche financée couvre l'interaction humain-robot, la commande de machines, la conception de cellules de travail hybride, l'haptique, la réalité augmentée, la recherche opérationnelle (optimisation), les capteurs intelligents (microélectronique, micrologiciel), la caractérisation des phénomènes physiques dans le secteur des mines, de l'alimentaire, de l'énergie, du transport et de la fabrication personnalisée. Les travaux de recherche considèrent les défis en santé, sécurité et environnement (SSE) ainsi qu'en développement durable dans des conditions nordiques. Les résultats de la recherche sont orientés vers la réduction de l'empreinte environnementale des activités humaines sur les écosystèmes ».	https://lari.uqac.ca

LIPPS – Laboratoire d'ingénierie des produits, procédés et systèmes	Laboratoire de recherche, ÉTS	« Établi en 1998, le [LIPPS] regroupe plus de 95 membres et est considéré comme un leader dans son domaine au Canada. [Il] mène des recherches afin de produire, valider et optimiser des produits, des procédés et des systèmes de fabrication. Il met de l'avant une approche pluridisciplinaire faisant appel à des notions du génie mécanique, du génie logiciel et du génie industriel. Le LIPPS se distingue par sa démarche qui combine la recherche appliquée et les activités de développement industriel. »	https://www.etsmtl.ca/recherche-innovation/chaires-laboratoires-instituts-centres/laboratoires-recherche/ingenierie-produits-procedes-systemes
MECANIUM – Centre d'innovation en mécanique industrielle	CCTT, Cégep de Lévis	« MECANIUM a pour mission d'accompagner les PME manufacturières du Québec par la conception et la fabrication de solutions mécatroniques afin d'accroître leurs connaissances, leur productivité, leur compétitivité et la qualité de leurs produits et procédés. Il a également le devoir de contribuer à la formation dans son milieu par le transfert de connaissances. »	https://www.mecanium.ca/mission-valeurs
MonReal – Laboratoire de robotique et IA incarnée	Laboratoire de recherche	Affilié à MILA et situé sur le campus de l'Université de Montréal, ce laboratoire « se consacre à la fabrication de robots généralistes et autres agents incarnés ».	https://recherche.umontreal.ca/fr/unite-de-recherche/is/ur14218/?utm_source=chatgpt.com
Optech – Centre d'optique, photonique et laser	CCTT, Cégep André-Laurendeau, Cégep de La Pocatière, John Abbott College	« Optech est un organisme à but non lucratif spécialisé dans le développement expérimental de produits et procédés basés sur l'optique-photonique et les technologies quantiques. [Il accompagne] les entreprises de tous les secteurs dans leurs démarches d'innovation, en intégrant les technologies de l'optique et de la photonique à chaque étape du développement : études de faisabilité, conception, prototypage, essais et validation en conditions réelles, jusqu'à la production en petite série. »	https://optech.org/a-propos-optech/
PARI-G – Plateforme d'appui régional à l'innovation en génie	Plateforme régionale, UQAR	PARI-G « forme des ingénieures et des ingénieurs en partenariat avec les entreprises et les organisations de la région dans les domaines du génie des systèmes électromécaniques, du génie civil, du génie électrique, et du génie mécanique. La plateforme a pour mission de développer chez les étudiantes et les étudiants les habiletés en génie de la conception et en réalisation de projets d'ingénierie requises par l'industrie québécoise. La plateforme soutient également le développement d'une culture entrepreneuriale chez les futurs ingénieures et ingénieurs ».	https://www.uqar.ca/recherche/unites-de-recherche/plateforme-dappui-regional-a-linnovation-en-genie-para-g/
Productique Québec – Centre d'expertise en productique	CCTT, Cégep de Sherbrooke	« Pionnier dans la diffusion du concept de l'industrie 4.0 au Québec, Productique Québec aide les entreprises à améliorer leur productivité et à stimuler l'innovation en favorisant l'acquisition des technologies numériques. »	https://productique.quebec
Réseau SDG Innovation 5.0	Réseau d'expertise	Créé en 2019, le Réseau SDG Innovation 5.0 est une plateforme qui favorise la collaboration entre les universités sur le plan de la recherche, du partage des connaissances et de l'apport des fonds, sans oublier l'accès à des infrastructures et à diverses ressources.	https://sdginnovnet.wk.com/fr/
Solutions Novika – Centre de recherche appliquée en physique	CCTT, Cégep de La Pocatière	« Solutions Novika met en application des phénomènes physiques pour les rendre disponibles aux procédés industriels ainsi qu'aux produits de haute technologie [(p. ex. : l'utilisation de lasers de haute puissance ou à impulsions)]. »	https://www.novika.ca/fr/physique-appliquee

3.3. Capital de risque

À partir des années 1980 et 1990, le Québec a commencé à recourir au financement par capital de risque. Ce dernier vise à financer les entreprises émergentes souhaitant développer et commercialiser de nouveaux produits et services à différents stades : amorçage, démarrage, postdémarrage et croissance. Il s'agit d'une forme de financement en fonds propres ou en quasi-fonds propres destinée aux entreprises qui ne sont pas cotées en bourse et qui ne détiennent pas encore d'actifs, ce qui les empêche d'accéder à des formes plus conventionnelles de crédits par endettement.

On considère cette forme de financement « à risque » parce qu'il s'agit de nouveaux créneaux pour lesquels il n'existe pas encore de demande, dont les produits et services restent en grande partie à développer. Elle est aussi considérée comme à risque parce qu'il s'agit souvent de secteurs non traditionnels, comme celui des sciences de la vie, des technologies de l'information et des communications, des technologies numériques ou encore des technologies vertes. Dans le cas de secteurs plus traditionnels, on parle alors de « capital de développement » plutôt que de « capital de risque », et ce, bien que les deux expressions soient souvent confondues.

Afin de niveler le risque, le financement s'accompagne très souvent d'une aide et d'un suivi. L'entreprise qui obtient le financement peut alors bénéficier de l'expertise, des conseils, du réseau de connaissances de l'investisseur ou de son représentant, qui accède d'ailleurs très souvent à un siège au conseil d'administration. Avec la bulle Internet de 2001 et la crise financière de 2007-2008, le financement par capital de risque a nettement ralenti. Depuis, il a repris son essor au Québec, passant de 307 M\$ à 1 379 M\$ entre 2013 et 2023, quoiqu'ayant tout de même diminué de façon importante dans les dernières années après avoir atteint un sommet de 3 098 M\$ en 2021²⁸.

Parmi les investisseurs qui offrent du financement par capital de risque, on compte des individus fortunés qu'on appelle les « anges investisseurs ». À ces derniers s'ajoutent aussi des investisseurs institutionnels : fonds de travailleurs (Fonds de solidarité FTQ et Fondation), Caisse de dépôt et placement du Québec (CDPQ), Banque de développement du Canada (BDC), etc. Le financement provient soit des investisseurs eux-mêmes à travers la création de portefeuilles et de fonds particuliers dont ils assurent la gestion, soit d'investissements dans des fonds privés. Les investissements peuvent aussi être réalisés par l'entremise des « fonds de fonds », comme Teralys capital, qui investit dans des fonds privés pour le compte d'investisseurs institutionnels²⁹.

Parmi les investisseurs en capital de risque répertoriés par la base de données Crunchbase, on en compte quelque 33 actifs au Québec. Leurs investissements touchent à la machinerie, au design de la machinerie, à l'automatisation, à la robotique, à l'internet des objets, entre autres choses. Nous présentons une liste des 15 investisseurs les plus actifs en nombre d'investissements et en sorties du capital à la page suivante (**tableau 4**)³⁰.

²⁸ Réseau Capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2017*, p. 10; *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2023*, p. 15.

²⁹ Voir le site de Teralys : <https://www.teralyscapital.com>.

³⁰ Une sortie renvoie au moment où un investisseur en capital de risque vend ses parts lors de l'achat de l'entreprise émergente par une autre entreprise ou lors de son entrée en bourse. Les nombres renvoient au nombre de sorties effectuées depuis leur existence ou depuis que Crunchbase répertorie les données, c'est-à-dire en 2013.

Tableau 4 – Listes des principaux investisseurs en capital de risque et développement dont une partie des activités sont reliées au secteur de la fabrication de machines

NOM	NBR DE SORTIES	NBR D'INVEST.	DESCRIPTION
BDC Capital	84	359	« BDC Capital est la division d'investissement de BDC, la banque des entrepreneur-es du Canada. Avec plus de 6 milliards de dollars sous gestion, BDC Capital est un partenaire stratégique pour les entreprises les plus novatrices au pays. Elle offre une gamme complète de capital, autant pour les entreprises en phase d'amorçage que pour celles à la recherche d'investissement de croissance, ainsi que des investissements de fonds. BDC Capital soutient les entrepreneur-es canadien-nes qui ont l'ambition de se démarquer à l'échelle mondiale. »
Inovia Capital	69	340	« Inovia Capital est une firme de capital de risque qui s'associe à des entrepreneurs pour bâtir des entreprises mondiales et durables. Forte de sa mentalité entrepreneuriale, l'équipe soutient les entrepreneurs à plusieurs étapes de leur parcours, et leur offre du mentorat et un accès à un réseau international. Inovia gère plus de 2,2 G\$ US et opère à Montréal, Toronto, Calgary, San Francisco et Londres. »
Fonds de solidarité FTQ	78	310	« Fonds d'investissement qui fait appel à l'épargne des Québécois. Avec un actif net de 17,4 milliards de dollars au 31 mai 2022, le Fonds investit dans le développement de milliers d'entreprises à impact économique québécois depuis plus de 39 ans. Il offre du financement sur mesure et accompagne les entreprises dans une perspective de croissance à long terme. Le Fonds est partenaire de plus de 3 600 entreprises et compte 748 000 épargnants. »
Real Ventures	43	292	« Real Ventures est une société de capital risque de préamorçage qui s'adresse aux entrepreneurs qui osent créer des entreprises mondiales prospères. [...] Real Ventures gère 325 millions de dollars répartis en 5 fonds pour un portefeuille actif de plus de 100 d'entreprises, représentant une valorisation totale évaluée actuellement à 10 milliards de dollars. »
Investissement Québec	29	231	« Investissement Québec a pour mission de participer activement au développement économique du Québec en stimulant l'innovation dans les entreprises, l'entrepreneuriat et le repreneuriat ainsi que la croissance de l'investissement et des exportations. Présente dans toutes les régions administratives du Québec, la Société soutient la création et le développement des entreprises de toute taille au moyen d'investissements et de solutions financières adaptées. Investissement Québec propose également de nombreux services-conseils, dont l'accompagnement technologique offert par Investissement Québec – CRIQ. »
Desjardins Capital	29	205	« Forte d'une expertise de près de 50 ans, Desjardins Capital a pour raison d'être de contribuer à la prospérité des personnes et des communautés en investissant dans la croissance des entreprises du Québec. Avec des actifs sous gestion de 3 milliards de dollars en date du 30 juin 2023, Desjardins Capital participe à la pérennité de plus de 770 entreprises, coopératives et fonds évoluant dans divers secteurs d'activité et issus de toutes les régions de la province. »
Fondaction	35	193	« Créé à l'initiative de la CSN, Fondaction aide les Québécoises et les Québécois à préparer leur retraite en offrant un REER accessible. L'épargne recueillie est investie dans les PME d'ici. »
Panache Ventures	8	128	« Panache Ventures est le fonds de capital de risque d'amorçage le plus actif au Canada. Panache Ventures est mené par une équipe d'opérateurs d'expérience et d'anges investisseurs à succès avec des années d'expérience en capital de risque. »

Cycle Capital	4	77	« Une équipe d'investissement de capital de risque qui s'associe à des entrepreneur-e-s ambitieux-euses afin de bâtir des entreprises innovantes de technologies propres à l'échelle mondiale. Cycle Capital gère plus de 0,5 G\$ CA de fonds de démarrage et de croissance et prévoit une analyse d'impact au cœur de son processus dans tous ses investissements. » ³¹
Kli Capital	8	76	Anciennement BNSG Capital, Kli Capital a investi dans des entreprises en phase de démarrage au cours des six dernières années, générant des rendements dans le premier décile » ³² .
Développement économique Canada	3	75	« Nous soutenons des projets de croissance entrepreneuriale, d'innovation, de diversification et de développement économique local. Vous avez un tel projet en tête? Nous pouvons sûrement vous aider. » ³³
Brightspark Ventures	14	70	« Nous recherchons avant tout des équipes solides et souhaitons travailler avec vous tout au long de votre parcours. En général, nous visons à diriger ou à codiriger votre première ronde de financement, et nous réservons une partie du capital pour le suivi de votre croissance. »
TandemLaunch	4	53	« TandemLaunch est un agent de financement de départ avec un modèle unique de studio de création de jeunes entreprises. Nous nous spécialisons dans la création d'entreprises prospères qui servent tous les intervenants concernés, y compris les cofondateurs, les investisseurs et les inventeurs de technologies. » ³⁴
Desjardins - Innovatech	5	31	« Créé en 2005 [...] le fonds Desjardins - Innovatech (DI) a été constitué à l'initiative du gouvernement du Québec et de Capital régional et coopératif Desjardins. Avec des engagements de plus de 55 M\$ dans près de 40 entreprises et fonds, DI a pour principale mission de promouvoir et de soutenir le financement en capital de risque des entreprises québécoises œuvrant dans le domaine du développement de l'innovation technologique ou industrielle et la relève d'entrepreneurs québécois en innovation. » ³⁵
Front Row Ventures	2	26	« Nous réunissons les étudiants universitaires les plus talentueux, passionnés et inventifs au Canada, quel que soit leur parcours. Nous sommes présents sur plus de 20 campus au Québec, en Ontario et en Colombie-Britannique, car nous croyons que les étudiants sont les mieux placés pour remettre en question le statu quo. » ³⁶

Sources : Données tirées de Crunchbase (<https://www.crunchbase.com/home>); sauf indications contraires, les descriptions proviennent de Réseau capital (<https://reseaucapital.com/investors/>).

3.4. Programmes

Tous secteurs confondus, l'innovation est également encouragée et stimulée au moyen d'une multitude de programmes qui peuvent se rattacher à l'un ou l'autre des organismes de financement ou d'intermédiation mentionnés dans les sections précédentes, mais aussi par des sociétés d'État, voire par des entreprises privées.

Une tendance de plus en plus marquée s'affirme toutefois dans la mise en place, par les ministères eux-mêmes, de programmes de financement ponctuels et à durée limitée dans des secteurs d'activité ciblés. Très souvent, ces programmes visent à encourager les

³¹ <https://cyclecapital.com>.

³² Traduction libre : <https://www.klicapital.vc>.

³³ <https://dec.canada.ca/fr/financement>.

³⁴ <https://www.tandemlaunch.com/fr>.

³⁵ <https://www.desjardins.com/ressources/pdf/2016061403-f.pdf>.

³⁶ <https://frontrow.ventures/?lang=fr>.

collaborations et la création de partenariats entre les organismes publics de l'écosystème de l'innovation et les entreprises privées. C'est le cas notamment du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie (MEIE), qui procède régulièrement à des appels à projets depuis quelques années, mais aussi du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

Il est difficile de répertorier les programmes de financement spécifiquement dédiés au SFM. En fait, ceux qui peuvent s'avérer pertinents pour ce secteur s'adressent le plus souvent à celui plus général de la fabrication, voire à l'ensemble des industries. Nous n'avons pas trouvé de programmes spécialement dédiés à ce secteur, mais plusieurs programmes couvrent toutefois des projets qui touchent à la machinerie, à l'automatisation, à la robotique, à l'IdO ou à l'industrie 4.0, dont nous faisons état dans le tableau suivant (**tableau 5**). Si certains d'entre eux s'adressent aux producteurs de machines, plusieurs visent plutôt les acheteurs, ce qui peut néanmoins stimuler l'innovation dans le SFM.

Tableau 5 – Liste non exhaustive des principaux programmes et subventions pour l'innovation dans le SFM

PROGRAMME	ORGANISME	DESCRIPTION ³⁷	SITE WEB
Démonstration technologique et commerciale	Hydro-Québec	« Hydro-Québec encourage l'évolution technologique et commerciale de nouveaux systèmes et équipements électriques en intervenant à des étapes essentielles. Elle souhaite stimuler les interventions, tant en aval de la recherche-développement (R-D) qu'en amont de la commercialisation. Nous offrons un appui financier aux clients qui valident l'applicabilité technique ou commerciale de mesures d'économie d'énergie électrique novatrices ou de mesures d'optimisation de la demande de puissance. [...] Les technologies et les approches suggérées doivent : <ul style="list-style-type: none"> • Offrir une perspective de rentabilité • Constituer un marché potentiel intéressant au Québec. » 	https://www.hydroquebec.com/affaires/economies-energie-entreprise/demonstration-technologique-commerciale.html
ÉcoPerformance	Gouvernement du Québec	« De l'aide financière pour analyser ou implanter des projets d'efficacité et de conversion énergétiques pour réduire ses émissions de GES d'origine fossile ou ses émissions fugitives. »	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/energie/reussir-ses-projets-transition-energetique/aide-financiere/programme-ecoperformance
ESSOR	Investissement Québec	« Le programme ESSOR est un dispositif d'aide financière mis en place par le gouvernement du Québec et administré par Investissement Québec. Il vise à encourager et accélérer la réalisation de projets d'investissement au sein des entreprises québécoises, en leur offrant un appui financier adapté à différentes étapes clés. Que vous envisagiez d'ouvrir une nouvelle usine, de moderniser votre chaîne de production ou de numériser vos processus d'affaires, le programme ESSOR peut intervenir pour réduire le fardeau financier de vos démarches. » ³⁸ Ce programme de subvention comprend quatre volets. <ul style="list-style-type: none"> • Volet 1 : Appui à la concrétisation de projets d'investissement 	https://www.investquebec.com/quebec/fr/financement/essor.html

³⁷ À moins d'indications contraires, les descriptions proviennent des sites Internet indiqués dans la colonne de droite du tableau.

³⁸ <https://hellodarwin.com/fr/blogue/programme-essor>.

		<ul style="list-style-type: none"> • Volet 2 : Appui aux projets d'investissement favorisant la productivité et l'expansion des entreprises • Volet 3 : Appui aux projets d'investissement favorisant une réduction de l'empreinte environnementale • Volet 4 : Appui à l'internationalisation des entreprises 	
Fonds C	Desjardins	« L'aide financière aux entreprises du Fonds C permet la création d'emplois de qualité et contribue au développement économique des régions. Nous sommes là pour vous accompagner dans vos projets, que ce soit pour favoriser l'innovation, accélérer votre transformation numérique, investir dans des équipements écoénergétiques, et bien plus encore. » Les projets financés s'étendent à neuf catégories distinctes.	https://www.desjardins.com/qc/fr/a-propos/communaute/developpement-collectif/fonds-c.html
Fonds innovation, productivité et développement durable	PME MTL	« PME MTL propose de nombreuses options de financement pour favoriser le développement des entreprises. Ce fonds de soutien [...] vise à financer les projets innovants qui ont un impact sur le territoire montréalais ».	https://pmemtl.com/services/fonds-innovation-productivite-developpement-durable
Fonds stratégique pour l'innovation	Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE)	« Le FSI offre des investissements transformateurs dans tous les secteurs de l'économie pour aider le Canada à prospérer dans une économie mondiale fondée sur le savoir. Le programme aide les entreprises et les organisations canadiennes à réussir, et aide le Canada à créer de bons emplois au sein d'une économie forte. Les objectifs principaux du programme sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Encourager les entreprises à investir dans des activités de recherche et développement (R-D) qui entraîneront le transfert de technologie et la commercialisation de nouveaux produits, processus et services; • Accélérer la croissance et l'expansion des entreprises novatrices au Canada; • Attirer et retenir les investissements à grande échelle au Canada; • Faire évoluer les réseaux de collaboration entre le secteur privé, les instituts de recherche et les organisations sans but lucratif dans les secteurs clés des technologies émergentes ainsi que dans la R et D et la commercialisation industrielles. » 	https://ised-isde.canada.ca/site/fonds-strategique-innovation/fr/a-propos-du-programme/objectifs-contexte
Grand V	Investissement Québec	« L'initiative grand V vise à stimuler vos investissements et à accélérer votre virage vers l'innovation et la productivité durable afin de propulser votre croissance. C'est pourquoi grand V propose non seulement du financement et de l'accompagnement technologique pour soutenir l'implantation de vos projets, mais aussi tout un éventail d'outils complémentaires pour vous inspirer et vous guider. »	https://grandv.investquebec.com
Innovation collaborative	PROMPT	« Prompt met en relation des experts de la recherche avec les entreprises ayant des besoins d'innovation. Ce programme permet d'avoir accès à des ressources expertes dans tous les domaines technologiques de pointe et de bénéficier d'un financement qui minimise le risque relié à la R-D de votre projet. »	https://promptinnov.com/programmes-de-financement/innovation-collaborative/
PARI – Programme d'aide à la recherche industrielle	Conseil national de recherches du Canada	Ce programme « offre des services-conseils en innovation et du financement. Notre objectif est d'aider les petites et moyennes entreprises du Canada à mettre au point leurs technologies et à les commercialiser, dans le but d'accélérer la croissance de votre entreprise grâce à l'innovation et à la technologie ».	https://nrc.canada.ca/fr/soutien-innovation-technologique/propos-programme-daide-recherche-industrielle-cnrc
Programme Solutions efficaces	Hydro-Québec	« Recevez des appuis financiers pour l'achat et l'installation d'équipements ou de systèmes visant une utilisation efficace de l'électricité dans vos bâtiments à vocation commerciale, institutionnelle, ou industrielle. » Ce programme comporte différents volets, dont un couvrant les moyennes et grandes entreprises.	https://www.hydroquebec.com/affaires/economies-energie-entreprise/solutions-efficaces/equipements-efficaces.html

3.5. Bilan de l'écosystème en innovation pour la fabrication de machines

Ce bref portrait des paramètres de l'écosystème en innovation dans le SFM nous permet de prendre connaissance des mesures et ressources qui sont mises à la disposition des entreprises du secteur afin de les appuyer et de les accompagner dans leurs projets d'innovation, qu'il s'agisse de recherche pure ou appliquée, de l'élaboration de nouveaux produits ou de nouveaux procédés de production.

Comme pour l'ensemble des industries, les entreprises qui œuvrent dans le SFM bénéficient de crédits d'impôt pour leurs projets de R-D, et ce, aux deux ordres de gouvernements. Les entreprises du SFM peuvent également compter sur un écosystème de multiples centres de recherche publics et organismes d'intermédiation. Nous en avons répertorié près d'une trentaine, dont plusieurs misent sur la recherche appliquée, les partenariats de recherche ou le transfert technologique. De même, le secteur peut compter sur une trentaine d'investisseurs institutionnels et de firmes privées qui offrent du financement par capital de risque afin de financer des entreprises en émergence qui visent le développement de nouveaux produits ou procédés. Enfin, il existe plus d'une dizaine de programmes auxquels elles peuvent avoir recours pour financer une partie de leurs projets en innovation.

En somme, une gamme complète de mesures, d'organismes et de programmes permettent d'accompagner les entreprises du SFM dans leurs projets d'innovation. Comme on a pu le voir au chapitre précédent, les entreprises du SFM ont plus souvent recours aux programmes d'innovation que l'ensemble des industries québécoises, respectivement à hauteur de 67,2 % contre 42,3 % pour la période 2020-2022. Or, ce taux a diminué comparativement à la période précédente de 2017-2019, où il se situait à 84,6 % (voir **graphique 23** et **24**); cette tendance est préoccupante. Il conviendrait donc de s'assurer que les programmes d'aide et d'accompagnement à l'innovation pour le SFM conviennent toujours à ses besoins et de s'assurer de bien les faire connaître.

4. DÉFIS ET PISTES DE SOLUTION À EXPLORER

Les défis et les enjeux du SFM sont déjà partiellement documentés à travers les rapports produits par PERFORM, le Comité sectoriel de main-d'œuvre en fabrication métallique industrielle (FMI)³⁹. Les études produites par PERFORM permettent de cerner certains des grands enjeux auxquels est confronté le secteur, en particulier en ce qui a trait à la main-d'œuvre. Toutefois, au sein du FMI, le SFM (SCIAN 333) se trouve regroupé avec les sous-secteurs de la fabrication de produits métalliques (SCIAN 332) et de la fabrication de matériel de transport (SCIAN 336)⁴⁰. Même si plusieurs enjeux sont communs à ces trois sous-secteurs, le SFM a la particularité d'entraîner des retombées dans plusieurs autres secteurs économiques, puisque les machines qu'il produit sont utilisées dans différents types de production : transformation manufacturière, alimentation, extraction de ressources, agriculture, transport, etc.

Ce qu'il y a de particulier en matière d'innovation, c'est que les défis auxquels est confronté un secteur économique donné constituent toujours autant d'occasions d'innover. En effet, l'innovation prend tout son sens lorsqu'elle s'efforce de surmonter les enjeux propres à un secteur. Ainsi, dans un premier temps, nous chercherons à faire état des principaux défis et enjeux qui affectent le SFM, soit ceux liés à la disponibilité et la qualification de la main-d'œuvre, aux impacts environnementaux des machines produites et à la conjoncture économique marquée par les menaces et mesures tarifaires mises de l'avant par notre pays voisin du sud. Dans un second temps, nous explorerons les différentes pistes de solution qui se dessinent en matière d'innovation afin de relever les défis qui affectent le secteur. Nous ne chercherons pas à brosser un portrait exhaustif des innovations technologiques et sociales existantes, mais bien à identifier et rendre compte de certaines innovations prometteuses.

4.1. Défis et enjeux du secteur

4.1.1. Main-d'œuvre : disponibilité et qualification

Un des enjeux majeurs qui affecte le SFM renvoie à la main-d'œuvre, plus particulièrement en ce qui concerne sa disponibilité et les qualifications des travailleurs et travailleuses, eu égard aux besoins du secteur. Comme d'autres, le SFM a été éprouvé par la pénurie de main-d'œuvre qui a suivi la pandémie de COVID-19. Comme on l'a vu précédemment, ce n'est que depuis 2023 que la situation se redresse tranquillement. Le nombre de postes vacants est passé de 1 150 à 2 590 de 2018 à 2023, une augmentation de 125,2 %. Le taux de postes vacants dans le SFM au Québec est ainsi passé de 3,8 % à 6,1 % de 2018 à 2023 (**graphiques 9 et 10**), atteignant jusqu'à 7,1 % en 2022. À titre de comparaison, en 2023, ce taux s'élevait à 4,2 % pour le même secteur au Canada et à 4,9 % pour l'ensemble des industries au Québec.

Les enquêtes réalisées par PERFORM sur le secteur plus général de la FMI montrent les conséquences de ces taux élevés de postes vacants. Ainsi, 62 % des entreprises sondées dans le cadre d'une étude estiment qu'elles ont dû refuser des occasions d'affaires par manque de personnel, tandis que 50 % de ces dernières affirment avoir dû abandonner entre 12 % et 20 % des occasions d'affaires qui se présentaient à elles. De même, 84 % d'entre elles estiment que

³⁹ PERFORM, *Diagnostic sectoriel 2023-2026*, 2023.

⁴⁰ Voir le site Internet : <https://www.comiteperform.ca/fr/portraits-statistiques-de-lindustrie-et-de-la-main-doeuvre>.

leur croissance a été négativement affectée par le manque de main-d'œuvre en général et 83 % par le manque de main-d'œuvre spécialisée⁴¹.

Dans ce contexte, la disponibilité de la main-d'œuvre qualifiée constitue une préoccupation centrale pour les entreprises. Or, les tendances en matière de diplomation pour des formations pertinentes au SFM ne sont pas très encourageantes, quoique, sur le long terme, les données soient intéressantes. En effet, dans les secteurs qui se rattachent à la FMI, on assiste, d'une part, à une baisse du nombre de personnes en poste qui ne possèdent pas de formation, ce taux étant passé de 17 % à 13 % de 2006 à 2021, et, d'autre part, à une augmentation du nombre de personnes détenant un certificat ou diplôme universitaire, ce taux étant passé de 12 % à 19 % pour la même période⁴².

Cependant, à plus court terme, la tendance est préoccupante. La diplomation pour les programmes de formation qui se rattachent à la FMI en général est marquée par une tendance importante à la baisse de 2016 à 2019, à l'exception du programme de diplôme d'études professionnelles (DEP) en dessin industriel, qui a connu une augmentation de 40,5 %⁴³. La diminution a été de 10,2 % pour le DEP en électromécanique de systèmes automatisés, de 13,6 % pour le DEP en mécanique industrielle de construction et d'entretien, de 8,8 % pour le DEP de soudage-montage, puis de 36,1 % pour le DEP en technique d'usinage.

Tableau 6 – Taux de diplomation dans les programmes qui se rattachent au SFM

	2016	2017	2018	2019	Var. 4 ans
DEP électromécanique de systèmes automatisés	1076	944	1026	966	-10,2%
DEP en dessin industriel	405	332	559	569	40,5%
DEP mécanique industrielle de construction et d'entretien	509	479	516	440	-13,6%
DEP soudage-montage	1068	967	1082	974	-8,8%
DEP technique d'usinage	457	330	297	292	-36,1%
DEC en technologie de maintenance industrielle	64	nd	nd	nd	nd
DEC en technique de génie mécanique	400	nd	356	nd	nd
Baccalauréat en génie mécanique	nd	nd	nd	960	nd

Source : PERFORM, *La fabrication métallique industrielle au Québec : réaliser l'après-covid avec une main-d'œuvre toujours trop rare. Enquête 2021. Perspectives de recrutement, besoins de formation et nouveaux enjeux*, 2022, p. 13-14.

Différentes options s'offrent aux employeurs du secteur afin de pallier la pénurie de main-d'œuvre ou l'absence d'une main-d'œuvre qualifiée : l'augmentation des salaires, la formation à l'interne, le recours à des employés étrangers temporaires, ou encore l'augmentation de la productivité avec l'implantation de nouvelles technologies.

⁴¹ PERFORM, *La fabrication métallique industrielle au Québec : réaliser l'après-covid avec une main-d'œuvre toujours trop rare. Enquête 2021. Perspectives de recrutement, besoins de formation et nouveaux enjeux*, 2022, p. 13-14.

⁴² PERFORM, *Diagnostic sectoriel 2023-2026, op. cit.*, p. 51-52.

⁴³ *Idem.*

Comme nous l'avons vu, les salaires ont augmenté de façon intéressante dans le SFM, soit de 9,3 % de 2013 à 2023, passant de 30,70 \$ à 33,54 \$ (voir **graphiques 7 et 8**), et ce, même en calculant le tout en dollars constants afin de neutraliser les effets de l'inflation. Il s'agit d'une croissance appréciable, assurant un rattrapage à l'égard du même secteur ailleurs au Canada, mais qui se révèle néanmoins en deçà de celle du secteur plus général de la fabrication au Québec (9,5 %) ainsi que de l'ensemble des industries québécoises (11,8 %). Ainsi, le taux salarial effectif dans le SFM, qui représentait 108,2 % de celui de l'ensemble des industries québécoises en 2013, n'en représentait plus que 105,8 % en 2023. Le secteur demeure donc attractif au niveau des salaires, sans toutefois se démarquer, et il pourrait même perdre du terrain et se situer sous la moyenne des industries québécoises si la tendance se poursuit. Le SFM pourrait ainsi devenir perdant compte tenu de la compétition exercée par d'autres secteurs pour certaines professions qualifiées. Par exemple, les personnes qualifiées en soudures tendent à délaisser le SFM pour d'autres secteurs, comme celui de la construction⁴⁴.

Depuis quelques années, le fait de disposer d'une main-d'œuvre qualifiée constitue une des préoccupations premières des employeurs des différents secteurs relevant du FMI. Afin de remédier à la faible disponibilité de main-d'œuvre ayant des qualifications spécifiques, les employeurs tendent de plus en plus à recourir aux formations à l'interne. Ainsi, près de 90 % des entreprises du SFM ont recours à ce type de formation⁴⁵.

En ce qui concerne le recrutement, il est aussi possible de cibler des populations qui se révèlent plus rares dans ce type de secteur. C'est le cas pour les femmes, qui constituent pourtant la moitié de la population générale. Pour cela, il faudrait toutefois remédier à certains préjugés tenaces, comme cette idée que les emplois des secteurs relevant du FMI conviennent mieux aux hommes, puisqu'ils seraient exigeants physiquement. Ainsi, pas moins de 52,3 % des employeurs d'entreprises des secteurs de la FMI se disent réticents à embaucher des femmes. Malgré tout, quelque 60,3 % de ces entreprises emploient des femmes pour des postes de journalières, de soudeuses, d'assembleuses-soudeuses ou de machinistes sur machine-outil à commande numérique, ce qui correspond par ailleurs aux professions les plus convoitées dans les secteurs de la FMI⁴⁶.

Une autre solution, plus litigieuse et visant à combler les besoins en main-d'œuvre, consiste à recourir à des travailleurs étrangers temporaires (TET). Le tiers des entreprises sondées par PERFORM affirmaient avoir eu recours à cette solution, pour un total de 1 010 TET. Par ailleurs, le comité sectoriel estime qu'il s'agit d'une tendance à la hausse, puisque 69 % des entreprises sondées prévoyaient avoir recours à une telle mesure dans un avenir rapproché⁴⁷. Le recours à cette main-d'œuvre étrangère et temporaire pose toutefois d'importants enjeux sociaux et éthiques. Elle suppose en effet la création d'une catégorie de travailleurs et travailleuses de seconde zone, qui ne jouissent pas de toutes les libertés et protections dont bénéficient les citoyens. Qui plus est, les efforts déployés pour le recrutement et l'accueil des TET s'opèrent au détriment des efforts qui pourraient être consacrés de façon plus durable à l'innovation technologique et sociale.

⁴⁴ *Ibid.*, p. 63.

⁴⁵ *Ibid.*, p. 66.

⁴⁶ PERFORM, *La fabrication métallique industrielle au Québec, op. cit.*, p. 33.

⁴⁷ *Ibid.*, p. 31.

De fait, comme nous le verrons à l’instant, la pénurie de main-d’œuvre qui affecte le SFM crée un contexte propice à l’innovation, à plus forte raison si l’on tient compte des efforts liés à la transition numérique.

4.1.2. Productivité

Bien que le SFM contribue certainement à l’augmentation de la productivité dans d’autres secteurs, sa propre croissance en la matière se révèle plutôt anémique, comme on a pu le constater dans le premier chapitre. Cette dernière s’est en effet limitée à 2,7 % pour la période de 2013 à 2023, passant de 55,40 \$ à 56,90 \$ par heure travaillée en dollars enchaînés de 2017. Ce résultat apparaît d’autant plus préoccupant si on le compare à la performance du même secteur au Canada ou à l’ensemble des industries au Québec, au sein desquels la productivité a respectivement augmenté de 14,8 % et de 9,2 %. Par conséquent, alors que la productivité du SFM au Québec représentait 101,5 % de celle du même secteur au Canada, elle n’en représente plus que 90,7 % en 2023. De même, alors qu’elle représentait 102,4 % de la productivité de l’ensemble des industries québécoises en 2013, elle n’en représente plus que 96,3 % en 2023 (voir les **graphiques 13** et **14**).

Or, la pénurie de main-d’œuvre dans le SFM, tout comme la faible disponibilité de personnes spécialisées et qualifiées, constitue une belle occasion pour chercher à augmenter la productivité. Qui plus est, cette perspective apparaît d’autant plus pertinente alors que l’on voit apparaître une panoplie de nouvelles technologies liées à l’industrie 4.0 qui pourraient être implantées de manière avantageuse. Il est en effet possible de recourir aux technologies numériques afin d’automatiser et d’intensifier la production de machines, remédiant du même coup au manque de personnel. Dans un tel contexte non seulement cela ne s’accompagnerait pas de mises à pied importantes mais cela aiderait à remédier au manque de personnel.

D’ailleurs, l’adoption de procédés et d’équipements relevant de l’industrie 4.0 constitue la seconde grande priorité des entreprises des différents secteurs du FMI, après le recrutement et la qualification de la main-d’œuvre. D’après un sondage réalisé par le comité sectoriel PERFORM, 78 % des entreprises sondées comptent moderniser leur parc d’équipements, 74 % recourir à la robotisation, 70 % à l’automatisation, et 66 % opérer un virage numérique. De telles orientations s’accompagnent évidemment d’un défi de formation afin que la main-d’œuvre acquière les connaissances et compétences nécessaires à la compréhension et au maniement de ces nouvelles technologies. Or, comme le suggère ce comité sectoriel, l’adoption de ces technologies de pointe constitue également un argument de plus pour faciliter le recrutement et la rétention de la main-d’œuvre⁴⁸.

L’exploration des solutions technologiques propres à l’industrie 4.0 permettrait donc de faire d’une pierre deux coups, à savoir remédier à la pénurie de main-d’œuvre en augmentant la productivité, et faciliter le recrutement d’une main-d’œuvre qualifiée intéressée par ces nouvelles technologies.

⁴⁸ PERFORM, *Diagnostic sectoriel 2023-2026, op. cit.*, p. 67.

4.1.3. Environnement

Le SFM constitue un secteur névralgique en ce qui concerne les enjeux et les défis entourant la transition énergétique et écologique. À cet égard, rappelons que le *Plan pour une économie verte 2030* du gouvernement du Québec cible une réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 37,5 % sous leur niveau de 1990 d'ici 2030, et l'atteinte de la carboneutralité d'ici 2050. Pour ce faire, il mise notamment sur l'amélioration des procédés de fabrication et l'utilisation plus efficace et judicieuse de l'énergie afin de diminuer l'empreinte carbone⁴⁹. Or, comme les machines constituent un élément déterminant de nombreuses industries, elles sont amenées à jouer un rôle central en rapport à cette transition.

Comme nous l'avons vu, le bilan direct des activités du SFM en matière de GES demeure doublement enviable (voir **graphiques 11 et 12**). D'abord, si on rapporte les émissions de GES par tranche de 1 000 \$ de PIB, l'intensité des émissions de GES dans le secteur a diminué de 17 % de 2013 à 2022, passant de 0,033 à 0,027 t éq. CO₂/1 000 \$ de PIB. Bien que cette diminution soit moindre que pour le même secteur au Canada (-27 %), son intensité au Québec demeure en 2022 moindre que celle du Canada, dont le taux est de 0,044, ou encore que celle de l'Ontario, qui émet à 0,037 t éq. CO₂/1 000 \$ de PIB. Ensuite, si l'on compare le SFM à l'ensemble des industries québécoises, non seulement l'intensité de ses émissions de GES a diminué de façon plus importante, de 17 % contre 10 %, mais cette intensité est aussi largement en deçà de la moyenne des industries québécoises, soit à 0,027 contre 0,155 t éq. CO₂/1 000 \$ de PIB en 2022.

Cela dit, le potentiel du SFM à l'égard de la transition énergétique et écologique a moins trait à son bilan direct qu'à ses impacts indirects. En effet, les machines produites par le SFM constituent autant d'éléments centraux et déterminants des procédés de transformation de multiples autres secteurs, comme l'indiquent les différents sous-secteurs qui en sont constitutifs (voir le **tableau 1**): agriculture, construction, extraction minière, industries, commerce, ventilation, chauffage, climatisation, réfrigération commerciale, outils pour le travail du métal, moteurs, turbines, etc.

Or, les différents modes de fonctionnement de ces machines impliquent en retour des impacts environnementaux très concrets pour l'ensemble des secteurs qui les mobilisent. En effet, ces machines sont déterminantes quant à la source et de la quantité d'énergie employée, et donc quant aux GES émis. De même, elles sont structurantes relativement aux intrants employés, et donc aux produits polluants ou non qui sont mobilisés par le procédé de production, ou encore relativement aux extrants, soit la matière gaspillée par le procédé et l'ampleur des déchets générés. En ce sens, les modes de fonctionnement des machines produites par le SFM en lien avec l'optimisation des ressources employées et la limitation des impacts écologiques revêtent un impact crucial pour les bilans énergétiques et environnementaux d'une panoplie d'autres secteurs.

De ce fait, le souci accordé aux enjeux et à la transition énergétique et environnementale par le SFM s'avère crucial pour le bilan d'ensemble, présent et futur, des différentes industries québécoises. Malheureusement, cette préoccupation semble rarement être sur le radar des entreprises qui œuvrent dans le secteur. En effet, comme le révèlent les données du

⁴⁹ MELCC, *Plan pour une économie verte 2030*, Québec, gouvernement du Québec, 2020, p. 46 et suivantes.

sondage réalisé par PERFORM en rapport aux secteurs du FMI, incluant le SFM, les enjeux environnementaux et les défis de la transition verte constituent une préoccupation très marginale pour les entreprises⁵⁰. Or, comme le suggère ce comité sectoriel, efforts de sensibilisation devraient être déployés en ce sens, et ce, non seulement pour atteindre les objectifs environnementaux que s'est fixés le gouvernement, notamment en matière de GES, mais aussi pour jouer un rôle de leadership en la matière, ce qui pourrait d'ailleurs se traduire par de nouvelles occasions d'affaires⁵¹.

4.1.4. Guerre commerciale

La menace et l'application de tarifs douaniers par l'administration Trump ont changé la donne de la géopolitique mondiale et du commerce international depuis le début de l'année 2025. De fait, de nombreuses volte-face ont ponctué l'actualité, ce qui n'a pas été sans entraîner un sentiment de panique ainsi que des impacts bien réels sur l'économie canadienne. Prétendant au départ des préoccupations liées à l'immigration illégale ou à un supposé trafic de fentanyl pour imposer des tarifs douaniers au Canada, le gouvernement républicain semble avoir l'intention d'implanter une nouvelle forme de protectionnisme, en privilégiant les ententes bilatérales négociées à la pièce plutôt que les ententes multilatérales de libre-échange, qui avaient pourtant longtemps constitué le cheval de bataille des États-Unis.

La véritable préoccupation du gouvernement américain, sous-jacente à la guerre commerciale, semble en fait liée à la balance commerciale, qui renvoie à la différence entre la valeur des exportations et celle des importations de biens et de services pour une période donnée entre deux pays ou territoires. D'un côté, lorsque la balance commerciale est positive, c'est-à-dire qu'il y a un excédent commercial puisque la valeur des exportations dépasse celle des importations, on estime qu'il s'agit d'une situation enviable, car cela permet d'augmenter le PIB national, de créer des emplois, de renforcer la valeur de la monnaie, d'augmenter les investissements, etc. De l'autre, lorsque la balance commerciale est négative, c'est-à-dire qu'il y a un déficit commercial puisque la valeur des importations dépasse celle des exportations, on estime qu'il s'agit d'une situation préoccupante, car cela peut entraîner un endettement externe envers d'autres pays, la création d'un chômage structurel, une dévaluation de la monnaie, un affaiblissement du tissu industriel, etc.

Or, depuis le début des années 1990, la balance commerciale des États-Unis au niveau mondial est négative, une situation que compensait le pays à travers la vente d'obligations à l'étranger. Le pays procédait donc par endettement, sans trop subir de dommages, étant donné la solidité de la devise américaine, qui maintenait sa popularité et sa notoriété, et continuait à être convoitée. À tort ou à raison, c'est à cette situation que souhaite remédier l'administration Trump avec l'imposition de tarifs douaniers et la renégociation d'ententes commerciales. En ce qui concerne ses relations avec le Canada, la balance commerciale des États-Unis est également négative (et inversement positive pour le Canada); cela explique l'insistance du gouvernement américain pour imposer des tarifs douaniers et renégocier les ententes actuelles. La balance commerciale entre les deux pays appelle toutefois quelques commentaires, notamment en lien avec le SFM, qui nous intéresse ici.

⁵⁰ PERFORM, *La fabrication métallique industrielle au Québec*, op. cit., p. 13-14.

⁵¹ PERFORM, *Diagnostic sectoriel 2023-2026*, op. cit., p. 65.

Si l'on s'en tient à la valeur des produits importés et exportés – en faisant abstraction des services –, la balance est effectivement positive pour le Canada et négative pour les États-Unis. D'après les données de Statistique Canada publiées en mai 2025, la balance commerciale entre les pays s'élèverait à 170,4 G\$ à l'avantage du Canada. Or, une très large part de cet excédent relève du secteur des produits énergétiques, exportés en grande quantité aux États-Unis. Par conséquent, si l'on fait abstraction de cette catégorie de produits, la balance n'est plus que de 27,7 G\$ à l'avantage du Canada. À cet égard, notons que les États-Unis sont désormais le plus grand pays producteur de pétrole, si bien que son appétit pour nos produits énergétiques s'expliquerait avant tout par la situation géographique complexe des raffineries et des oléoducs. Le flux du pétrole aux États-Unis implique une importation de pétrole brut en provenance du nord pour alimenter certaines de ses raffineries, d'une part, alors qu'ils exportent notamment par le sud du pétrole extrait et transformé sur son territoire, d'autre part.

Qui plus est, même en ignorant les produits énergétiques, on remarque que les secteurs pour lesquels il y a un excédent commercial du côté du Canada relèvent essentiellement des ressources naturelles ou encore de produits faiblement transformés : agriculture, pêche et produits alimentaires intermédiaires, minerais et minéraux non métalliques, produits en métal et en minéraux non métalliques, produits forestiers et matériaux de construction, etc. Inversement, le Canada est déficitaire pour la plupart des produits plus complexes nécessitant de plus grandes transformations : machines, matériel et pièces industrielles, matériel et pièces électroniques et électriques, pièces et véhicules automobiles, etc. Voilà un scénario typique d'une économie orientée vers l'extractivisme, soit l'extraction et l'exportation à grande échelle de ressources de base, très faiblement transformées. Cela fait en sorte que le Canada ne parvient pas à maximiser la chaîne de valeur créée autour des ressources dont il dispose, et qu'une large part de cette valeur est créée lors de phases ultérieures de deuxième et troisième transformations réalisées dans les pays où ces ressources ont été exportées, dont les États-Unis.

Comble de l'ironie, une fois transformés en produits finis, ces biens plus complexes peuvent ensuite être importés au Canada, par exemple sous forme de produits électroniques et électriques ou sous forme de machines. Dans ce contexte, les États-Unis sont donc loin de perdre au change avec leur voisin du nord, et ce, malgré une balance commerciale négative. En effet, ils ont accès à des ressources naturelles faiblement transformées en quantité importante, qu'ils peuvent ensuite transformer sur leur territoire, puis consommer ou exporter sous forme de produits finis plus complexes.

Tableau 7 – Exportations, importations et balance commerciale entre le Canada et les É.-U. en 2024

	Exportations (CA vers É.-U.)	Importations (É.-U. vers CA)	Balance
Produits agricoles, de la pêche et produits alimentaires intermédiaires	28	15,5	12,5
Produits énergétiques	171,8	29,1	142,6
Minerais et minéraux non métalliques	6,4	4,3	2,1
Produits en métal et produits minéraux non métalliques	52,2	29	23,2
Produits chimiques de base et industriels, en plastique et en caoutchouc	36,3	42,6	-6,3
Produits forestiers et matériaux de construction et d'emballage	39,3	23,3	16
Machines, matériel et pièces industriels	32	42,2	-10,1
Matériel et pièces électroniques et électriques	18,8	24,6	-5,8
Véhicules automobiles et pièces pour véhicule automobile	75,5	82	-6,5
Aéronefs et autres matériel et pièces de transport	16,9	12,7	4,1
Biens de consommation	64,6	56,9	7,7
Transactions spéciales commerciales	5,6	14,8	-9,2
TOTAL	547,4	377,0	170,4
TOTAL (sans les produits énergétiques)	375,6	347,9	27,7

Source : Statistique Canada, Tableau 12-10-0173-01.

Bien que le bras de fer commercial entre les États-Unis et le Canada entraîne des effets délétères sur différents secteurs économiques, l'imposition de tarifs douaniers de part et d'autre pourrait toutefois jouer en faveur du SFM, dont la balance commerciale se révèle actuellement négative pour le Canada : -10,1 G\$ pour le secteur des machines, du matériel et des pièces industriels. On peut ainsi anticiper, ou du moins espérer, une augmentation de la demande locale, non tarifée, de machines pour l'ensemble des industries. Qui plus est, on pourrait même imaginer une maximisation des étapes de production réalisée ici, de sorte à étendre le plus possible la chaîne de valeur réalisée localement, de l'extraction des ressources à leur transformation en produits finis, et ce, grâce à des machines produites ici.

Tout compte fait, les fabricants de machines au Québec auraient tout intérêt à chercher à répondre aux besoins technologiques des différents secteurs de l'industrie québécoise. Cela permettrait non seulement d'en augmenter la productivité, mais aussi de maximiser la valeur créée ici. Nous présenterons différents exemples de solutions qui vont dans ce sens dans la prochaine section.

4.2. Pistes de solution à explorer

4.2.1. Innovations technologiques

Maintenance prédictive

La maintenance des multiples machines et appareils employés dans une usine de fabrication constitue une préoccupation centrale pour de nombreuses entreprises, notamment pour éviter les interruptions de production et les délais dans la livraison de commandes. Jusqu'à récemment, on misait principalement sur la maintenance préventive afin d'éviter les bris d'équipements et les interruptions. Une telle approche demande toutefois beaucoup d'attention et de travail, en plus de nécessiter parfois le remplacement prématuré des pièces ou des équipements. Or, en s'appuyant sur le développement des technologies numériques, dont l'intelligence artificielle (IA) et l'IdO, la maintenance prédictive permet d'assurer une surveillance continue des machines et des équipements au moyen d'une multitude de petits capteurs et, ainsi, d'anticiper leur défaillance éventuelle avec l'analyse automatique des données récoltées.

Se révélant de plus en plus accessible même pour les petites entreprises, la maintenance prédictive constitue une alternative prometteuse à la maintenance préventive. Elle permet de réduire les frais de maintenance et d'entretien, de diminuer les coûts opérationnels en éliminant les interruptions, d'augmenter la performance et la durée de vie des équipements, de réduire les risques de sécurité pour les employés, et d'optimiser la production en déterminant les moments opportuns pour réaliser l'entretien des équipements⁵².

Pour ne nommer qu'un exemple, l'entreprise Soralink, fondée en 2021 par la docteure Yun Yao et le docteur Jean-Samuel Chenard, offre une solution complète de maintenance prédictive aux entreprises du secteur de la transformation alimentaire, qui sont particulièrement sensibles aux interruptions inattendues de production, puisqu'elles travaillent avec des denrées périssables. Utilisant des algorithmes d'IA pour traiter les données recueillies et transmises par une panoplie de petits capteurs cette solution entièrement québécoise a été développée en partenariat avec Motsai (entreprise spécialisée en capteurs.) Ces derniers perçoivent les fluctuations de température et de vibration des machines. Les données transmises en continu sont analysées automatiquement à l'aide d'algorithmes qui permettent de prédire les possibles bris d'équipements avant qu'ils ne surviennent, diminuant ainsi les interruptions et les pertes et facilité la planification des entretiens⁵³.

Systèmes de réfrigération et de chauffage écoénergétiques

Le contrôle de l'air et de la température constitue un élément névralgique pour de nombreuses entreprises, non seulement pour assurer la santé et le bien-être des gens qui y travaillent, mais aussi la qualité des produits et services qui y sont offerts. C'est le cas, par exemple, des grandes épiceries qui offrent des produits alimentaires périssables. Or, la

⁵² Sans auteur, « L'importance de la maintenance prédictive dans la maintenance industrielle », *Courrier du Sud*, 31 mars 2025.

⁵³ Soralink, « Devancer les pannes avec l'intelligence artificielle », *Les Affaires*, 22 novembre 2023; site Internet de Soralink : <https://soralink.co/histoire/>.

réfrigération et le chauffage requièrent une consommation souvent importante d'énergie. Et, étant donné les coûts qui s'y rattachent, ils représentent bien souvent un poste budgétaire imposant.

Située à Saint-Bruno, l'entreprise Zéro-C se spécialise dans une offre de système de contrôle, de ventilation, de réfrigération et de chauffage sur mesure. Fondée en 1969, elle ne cesse d'innover, accordant une importance particulière au développement de technologies abordables qui minimisent l'impact sur l'environnement. Pour ce faire, Zéro-C utilise des réfrigérants écologiques et sécuritaires, comme le gaz carbonique (CO₂) et des systèmes de contrôle maximisant l'efficacité énergétique, mais surtout des dispositifs de récupération de chaleur permettant d'optimiser l'énergie utilisée.

Les solutions sur mesure qui sont développées par Zéro-C ciblent principalement trois types d'entreprises et d'organismes : les supermarchés d'alimentation, les entrepôts et usines, et les centres sportifs, comme les arénas. Cette entreprise a par exemple développé pour IGA un système de réfrigération « écologique et durable » qui récupère la chaleur produite par les dispositifs de réfrigération afin de chauffer le reste du bâtiment⁵⁴.

Machines de pointe au laser

Depuis la création du premier laser fonctionnel dans les années 1960, ce dernier a trouvé de nombreuses applications dans le secteur des télécommunications et de la médecine, mais aussi de plus en plus dans le milieu industriel. Il s'agit d'une technologie de pointe, flexible, aux multiples usages et applications qui offre une alternative écologique et écoénergétique à certains procédés industriels, en plus d'ouvrir de nouvelles possibilités d'innovation.

En 2010, Xavier Godmaire, alors titulaire d'une maîtrise en génie physique, et Alex Fraser, inscrit au doctorat dans le même domaine, décident de conjuguer leurs efforts au Centre d'optique, photonique et lasers de l'Université Laval. Ils développent alors des applications industrielles et des machines de haute précision qui mobilisent cette technologie. En fondant du même coup l'entreprise Laserax, ils travaillent d'abord avec une multinationale pour développer un système de découpe au laser pour la fabrication de couches, un projet qui n'aboutira malheureusement pas. Ils s'associent ensuite à différentes alumineries du Québec pour développer un système de marquage au laser des lingots d'aluminium pour assurer leur traçabilité. Cela leur ouvre aussi le marché des fabricants d'automobiles, qui utilisent également leur système de marquage pour assurer le suivi et la traçabilité de pièces automobiles.

Avec les problèmes d'approvisionnement que connaissent les fabricants d'automobiles au cours de la pandémie, l'entreprise Laserax ajoute à ses technologies un système de nettoyage au laser de surfaces métalliques permettant d'éliminer une panoplie de contaminants, comme l'oxyde ou la rouille, et limitant les déchets produits. Pour l'entreprise, le développement durable constitue un engagement central, non seulement pour ce qui est des bénéfices des machines qu'elle produit, mais aussi pour ses propres méthodes de production. Dans cette optique, elle met en place un système de gestion pour assurer un suivi et une amélioration continue de la qualité de ses produits et de leurs impacts environnementaux. Depuis 2021,

⁵⁴ Voir le site Internet de Zéro-C : <https://zero-c.com/ca/entreprise/>; <https://zero-c.com/ca/innovations/>.

Laserax s'engage de plus en plus dans le secteur des batteries pour véhicules électriques, combinant différents systèmes de marquage pour la traçabilité, de nettoyage des surfaces métalliques et même de soudure au laser⁵⁵.

Machine pour la récupération de briques

Tout comme certaines innovations cruciales sont parfois développées à l'initiative d'employés qui travaillent en première ligne des opérations dans les entreprises, le développement de nouvelles machines n'émerge pas toujours du SFM lui-même. En effet, certaines voient le jour au sein de secteurs qui mettent au point de nouvelles technologies spécifiques à un besoin bien précis.

C'est le cas de l'entreprise Maçonnerie Gratton, qui œuvre dans le secteur de la construction. À partir de 2021, grâce au soutien de la Ville de Montréal et du PARI-CNRC, le président fondateur de l'entreprise, Tommy Bouillon, a développé la machine BRIQUE RECYC. Celle-ci nettoie les anciennes briques sur le chantier de construction, à même l'échafaudage, à raison d'une aux sept secondes. Les briques peuvent ensuite être réutilisées directement sur le mur à reconstruire.

Ainsi, l'entreprise redonne une seconde vie aux briques usagées, une solution fort pertinente qui permet de récupérer un matériau durable et de réduire les résidus de construction qui aboutissent à l'enfouissement, mais aussi de préserver le patrimoine des briques autrefois produites dans la région. De fait, cela favorise l'économie locale, puisqu'il ne se produit plus de briques au Québec, celles-ci étant désormais importées des États-Unis ou de l'Ontario. L'entreprise estime que ce procédé permet d'effectuer des économies en argent de 35 %, tout en réduisant les émissions de GES de près de 6 t éq. CO₂ par 1000 p² de mur.

Machines ultra-compactes pour la manutention et le transport de charges lourdes

Le déplacement et le transport de charges lourdes constituent des défis importants pour les opérations courantes de différents secteurs industriels. Celles-ci soulèvent bien souvent des enjeux de santé et de sécurité pour les travailleurs, surtout si elles nécessitent de déplacer ou de transporter des charges dans des endroits exigus (p. ex. : tunnels, passerelles, escaliers, etc.) où il n'est pas possible de recourir à de l'équipement lourd propulsé au diesel. C'est afin d'apporter des solutions novatrices à ces défis que Fabien Lavoie a fondé Movex à Shawinigan, en 2002.

L'entreprise est entièrement dédiée au développement de machines télécommandées ultra-compactes pour la manutention de charges lourdes dans des espaces difficiles d'accès ou limités. Ces machines vont des monte-escaliers aux transporteurs industriels, en passant par les mini-grues télescopiques et les mini-chargeurs⁵⁶, pour ne nommer que celles-là. Par ailleurs, ces équipements peuvent être ajustés sur mesure et dotés d'outils en fonction des besoins spécifiques des projets. Au fil des années, Movex a développé une trentaine de modèles de machines près de 700 configurations différentes.

⁵⁵ <https://www.laserax.com/fr/service-nettoyage-laser>. Simon Lord, « Le laser comme outil de transformation », *La Presse+*, 25 septembre 2024; Jean-Philippe Décarie, « Propulsée par la batterie pour véhicules électriques », *La Presse+*, 24 janvier 2023.

⁵⁶ Voir le site Internet de Movex : <https://movexinnovation.com/fr/equipements/>.

Ces machines permettent d'augmenter l'efficacité de la manutention de charges lourdes, améliorant ainsi la productivité des opérations. De plus, puisqu'elles sont télécommandées au moyen de simples manettes qui s'apparentent à un jeu vidéo, leur utilisation ne nécessite pas de longue formation ou de diplôme particulier; y recourir permet donc de remédier à la pénurie de main-d'œuvre qui sévit dans certains secteurs. Qui plus est, ces machines sont bénéfiques non seulement pour la santé et la sécurité des travailleurs, puisqu'elles préviennent les blessures, mais également pour l'environnement, puisqu'elles fonctionnent à l'électricité et n'émettent aucun GES, ce qui diminue l'empreinte carbone des opérations. Movex est en pleine croissance : ses ventes ont augmenté de 66 % en 2024 et s'étendent désormais à 28 pays⁵⁷.

Automatisation et optimisation du recyclage

Bien que les pratiques de recyclages soient implantées depuis plusieurs décennies au Québec, qu'il s'agisse du papier, du plastique, du verre ou du métal, le bilan demeure encore mitigé, et les défis sont nombreux. Encore aujourd'hui, une part importante des matières recyclables reçue par les centres de tri est redirigée vers les sites d'enfouissement, tandis qu'une autre est exportée, leur faible qualité limitant leurs possibilités d'utilisation au Québec⁵⁸. Or, une solution d'ici visant l'optimisation et l'automatisation des procédés de tri des matières collectées destinées au recyclage pourrait changer la donne.

Fondée en 1970, l'entreprise Machinex se spécialisait au départ dans la fabrication de pièces et d'équipements pour la clientèle industrielle et agricole. Située à Plessisville, elle emploie désormais plus de 500 personnes et se spécialise dans la fabrication d'usines complètes, clés en main, dédiées au recyclage grâce à une gamme de machines et d'équipements à la fine pointe qu'elle a elle-même développée⁵⁹. Après la mise en place d'une usine de recyclage de haute performance au Royaume-Uni en 2024, plus précisément à Coventry, en banlieue de Birmingham, elle vient de répéter cet exploit à Montréal-Est avec la mise en place d'une usine de tri optimisant l'automatisation.

Cette usine, opérée par l'entreprise Matrec, est composée d'un système qui combine une quinzaine de technologies développées par Machinex, incluant 17 trieuses optiques MACH Hyspec, qui utilisent la détection hyperspectrale et l'IA pour opérer un triage méticuleux et ultrarapide des matières recyclables. La nouvelle usine, la plus avancée du genre au Québec, est en mesure de traiter jusqu'à 52 tonnes de matières recyclables par heure, et plus de 200 000 tonnes par année. Elle permet non seulement de diminuer le personnel nécessaire et d'augmenter la productivité, mais aussi de rediriger la main-d'œuvre vers des tâches moins ardues, ces dernières étant pour l'essentiel automatisées. De plus, ce nouveau système permet aussi d'augmenter le taux de pureté des matières recyclées, qui se situe autour de 98 %, et ainsi de permettre de réutiliser localement les matières recyclées, encourageant l'économie régionale⁶⁰.

⁵⁷ <https://movexinnovation.com/fr/a-propos/>; Sans auteur, « Movex Innovation trace sa voie à l'international », *Le Nouvelliste*, 21 septembre 2024; Amélie St-Yves, « Vallée de la transition énergétique : Movex Innovation veut tripler son chiffre d'affaires », *Le Soleil*, 3 septembre 2023.

⁵⁸ RECYC-QUÉBEC, *Bilan 2023 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, 2025.

⁵⁹ Voir le site Internet de Machinex : <https://www.machinexrecycling.com/fr/tri/culture-entreprise/>.

⁶⁰ Sans auteur, « La technologie Machinex au cœur de la modernisation du recyclage au Québec », *L'Avenir de l'Érable*, 19 février 2025; Anouk Lebel, « Innovation : et si cette usine techno réglait nos défis de recyclage? » *Le Journal de Québec*, 13 août 2024.

Automatisation et robotisation de la production agricole

La production agricole est reconnue historiquement pour être une activité exigeante physiquement. Aussi diversifiées qu'elles puissent être, les tâches à accomplir nécessitent des gestes parfois répétitifs et des efforts physiques importants, dont les effets à long terme sur le corps peuvent être délétères. Or, cette réalité est en train de changer, le secteur agricole étant particulièrement affecté par la transition numérique qui se déploie à vitesse grand V. C'est le cas notamment de Rovibec, qui développe de nouvelles technologies qui misent sur l'automatisation et la robotisation pour moderniser le secteur.

Fondée en 1976, Rovibec est une entreprise familiale à la tête de laquelle se sont succédé trois générations. À présent dirigée par Alexandra Rousseau et située à Nicolet, Rovibec compte 65 employés et se spécialise dans la production et le développement de machinerie agricole, plus particulièrement pour les opérations d'alimentation. De plus en plus, cette entreprise développe de plus en plus des solutions automatisées pour faciliter l'alimentation des animaux sur les fermes : mélangeurs et distributeur; convoyeurs autonomes.

L'une des technologies qui fait la fierté de Rovibec est le RANGER Nitro, un robot qui permet de pousser le fourrage vers les animaux qui ont tendance à l'éloigner en s'alimentant. Robuste et durable, ce pousse fourrage automatisé a été conçu pour un usage intensif sur les grandes fermes. Il parvient à pousser quelque 150 kg/m en parcourant plus de 1,8 km par heure, ce qui lui permet de couvrir les besoins de 2 500 vaches⁶¹. Comme le souligne l'entreprise, la main-d'œuvre affectée à cette tâche éreintante peut désormais être déployée ailleurs, alors que le cheptel dispose d'une nourriture fraîche à longueur de journée, augmentant la production de lait et réduisant les coûts en nourriture, ce qui augmente la productivité. Fonctionnant à l'électricité, le RANGER Nitro suit un parcours déterminé par une bande magnétique avant de retourner à la station de recharge lorsqu'il en a besoin, ce qui en fait une solution zéro émission⁶².

Industrie 4.0

La transformation numérique ce qui inclue aussi l'industrie 4.0, marque une nouvelle ère pour le développement de solutions novatrices à de nombreuses problématiques. Toutefois, certains sont réticents et craignent les risques et les perturbations qu'elle pourrait faire peser sur les habitudes de vie. Alors que le gouvernement appelle de ses vœux cette transition, dont il fait activement la promotion en offrant notamment des incitatifs fiscaux et diverses mesures d'accompagnement⁶³, les entreprises elles-mêmes tardent à opérer ce virage.

L'industrie 4.0 vise à intégrer, en les combinant, l'infonuagique, la robotisation, l'IdO et l'IA, entre autres technologies, dans les procédés de production afin d'améliorer la compétitivité et l'efficacité. Or, dans une étude récente, 49 % des entreprises sondées issues d'une

⁶¹ Voir le site Internet de Rovibec : <https://rovibecagrisolutions.com/produit/ranger-nitro-li3-pousse-fourrage>.

⁶² <https://rovibecagrisolutions.com>; Louis Cloutier et Sophie Bernier, « Des Français découvrent la ferme du futur dans une entreprise de Nicolet », *Radio-Canada*, mai 2025.

⁶³ Voir notamment la dernière mouture de la stratégie québécoise de recherche et d'innovation du gouvernement, la SQRI² 2022-2027 : MEI, Inventer, développer, commercialiser : stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation 2022-2027, Québec, gouvernement du Québec, 2022.

multitude de secteurs estimaient que ces technologies pourraient avoir « un impact fort ou modéré » sur leurs opérations (81 % parmi les grandes entreprises de plus de 50 employés)⁶⁴. Cela dit, l'utilisation réelle qu'elles en font demeure limitée, allant de 12 % à 50 %, selon les technologies. En substance, le recours à ces solutions s'avère beaucoup plus marqué chez les grandes entreprises que chez les PME, qui constituent pourtant le tissu de l'économie québécoise.

Tableau 8 – Utilisation des technologies de l'industrie 4.0 par les entreprises québécoises de différents secteurs, 2023

Technologies émergentes	TOTAL	Moins de 5	Entre 5 et 49	50 et plus
		%		
Infonuagique	50	28	49	74
Robotique	34	20	31	57
Intelligence artificielle	20	16	16	37
Internet industriel des objets	14	11	11	31
Fabrication additive	14	9	14	20
Valorisation des données massives	12	7	10	29

Source : MEI, IQ et Léger, *L'état de la numérisation des entreprises au Québec – Secteur manufacturier 2023*, Gouvernement du Québec, Québec, p. 13.

Afin de promouvoir l'industrie 4.0 et de développer une expertise-conseil en la matière, l'entreprise Deloitte Canada a investi 8 M\$ pour construire à Montréal une petite usine intelligente de 836 m². Divisée en quatre îlots, celle-ci ne « produit » rien, mais sert plutôt de vitrine de démonstration des prouesses de l'industrie 4.0 : entreposage et manutention; réception des marchandises; surveillance et maintenance prédictive; dépalettisation de caisses.

Construite avec la collaboration d'une vingtaine de partenaires, cette usine intelligente a pour objectif de faire découvrir à ses visiteurs les avantages des processus automatisés et interconnectés. Pour Deloitte, ces avantages sont indéniables : augmentation de l'utilisation et de l'efficacité des actifs de 10 à 20 %, accroissement de l'efficacité des procédés de production de 10 à 35 %, diminution des coûts de 20 à 30 %, amélioration de la sécurité des employés ainsi que de la robustesse et de la durabilité des processus⁶⁵.

⁶⁴ MEI, IQ et Léger, *L'état de la numérisation des entreprises au Québec – Secteur manufacturier 2023*, Gouvernement du Québec, Québec, p. 13.

⁶⁵ Voir le site de Deloitte : <https://www.deloitte.com/ca/fr/Industries/energy/perspectives/the-smart-factory-at-montreal.html>; François Normand, « Un nouveau modèle d'usine intelligente pour votre entreprise », *Les Affaires*, 28 janvier 2023.

4.2.3. Innovations sociales

Espace d'expérimentation en laboratoire

Bien que le développement ou l'implantation de solutions relevant de l'industrie 4.0 puissent intéresser plusieurs entreprises, il arrive que l'épreuve de la réalité les rattrape. En effet, les phases d'essais et de développement peuvent nécessiter des investissements importants, notamment en infrastructures et en équipements. Cela compromet alors l'intégration de ces technologies aux procédés des entreprises, petites et grandes.

En 2016, l'entreprise luperivoise Premier Tech située à Rivière-du-Loup s'est alliée avec le Centre d'entrepreneuriat et d'essaimage de l'Université du Québec à Chicoutimi (CEE-UQAC) et le Centre québécois en recherche et développement de l'aluminium (CQRDA) afin d'amorcer une réflexion conjointe sur cette problématique. L'objectif de ces trois partenaires était d'aider les entreprises à implanter, améliorer et/ou développer de nouvelles technologies relevant de l'industrie 4.0, notamment en matière de robotisation et d'intelligence manufacturière.

C'est ainsi que les Halles d'innovation et de formation avancée (HIFA), fruit de cette collaboration de longue haleine, ont été inaugurées à Rivière-du-Loup, en 2024. Cet organisme sans but lucratif offre non seulement un accès à des espaces de réunion, des infrastructures et de l'équipement pour réaliser des tests et des expérimentations, mais aussi de l'accompagnement stratégique pour toutes les étapes de réalisation des projets. Cela va de l'identification des besoins au déploiement des équipements, en passant par une gamme complète de formations⁶⁶.

Campagne de recrutement auprès des femmes

Si le SFM connaît une importante pénurie de main-d'œuvre, particulièrement pour des postes nécessitant de hautes qualifications, certains groupes y sont toutefois largement sous-représentés. C'est le cas des femmes qui, dans le secteur plus général de la FMI, ne comptent que pour 9 % de la main-d'œuvre. Ce constat est surprenant, sachant qu'elles suivent les mêmes formations que les hommes, et donc, détiennent les mêmes qualifications, en plus de représenter la moitié de la population. Or, le recrutement des femmes au sein du SFM demande de combattre certains préjugés tenaces. Comme rapporté précédemment, 52,3 % des entreprises de la FMI se disent réticentes à embaucher des femmes, sous prétexte qu'il s'agirait d'un secteur exigeant physiquement⁶⁷. C'est là très certainement une idée reçue et qui, a fortiori, ne tient même plus la route dans la mesure où la robotique et l'automatisation ont allégé la charge physique des procédés de production du secteur, peu importe que l'on soit homme ou femme.

C'est ainsi que la campagne intitulée *Les industrielles : Les femmes dans les métiers des métaux au Québec* a vu le jour. Cette initiative, lancée par le Comité sectoriel de main-d'œuvre de la métallurgie (CSMO-Métallurgie) et PERFORM, vise à faire connaître le monde de la métallurgie aux adolescentes et aux jeunes femmes dans le but de les inciter à étudier et faire carrière dans

⁶⁶ Voir le site Internet de HIFA : <https://hifa.ca/a-propos-de-nous/>; Johanne Fournier, « Les Halles d'innovation et de formation avancée sont inaugurées à Rivière-du-Loup », *Le Soleil*, 28 juin 2024.

⁶⁷ PERFORM, *La fabrication métallique industrielle au Québec*, op. cit., p. 33.

ce secteur. Bénéficiant de l'aide financière du Fonds de développement et de reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre de la Commission des partenaires du marché du travail (CPMT), une équipe d'expertes et de spécialistes du secteur sillonnent le Québec dans un minibus pour faire découvrir les métiers de la métallurgie au moyen d'activités ludiques. Les participantes peuvent expérimenter avec un bras et un casque robotisé, des ailes articulées et des lunettes de réalités virtuelles permettant une immersion à 360° dans des milieux de travail⁶⁸.

4.3. Conclusion

Le SFM fait face à différents enjeux et défis d'importance, qu'il s'agisse de la pénurie de main-d'œuvre qualifiée, de la transition écologique et numérique, ou encore du rôle névralgique qu'il peut jouer dans un contexte de guerre tarifaire. Or, tous ces défis et enjeux constituent autant d'occasions d'innover dans un secteur particulièrement dynamique qui jouit d'entreprises novatrices pour l'encourager dans cette voie.

Au cours des dernières années, différentes innovations prometteuses, aussi bien technologiques que sociales, ont vu le jour. En effet, plusieurs machines innovantes ont été développées dans différents secteurs, du commerce de l'alimentation à la construction en passant par l'agriculture et la fabrication d'aliments, en augmentant la productivité et en remédiant en partie aux problèmes de pénurie de main-d'œuvre. De même, l'intégration des technologies numériques propres à l'industrie 4.0 peut faciliter le recrutement d'une nouvelle main-d'œuvre.

Qui plus est, la plupart des machines et solutions innovantes citées précédemment s'inscrivent dans une perspective écoénergétique et limitent les impacts environnementaux des procédés de production en fonctionnant à l'électricité. S'ajoute à cela la mise en place de laboratoires d'expérimentation, de formation et d'accompagnement stratégique, qui encouragent et facilitent le développement d'innovations notamment d'innovations sociales. Bref, les avenues porteuses qui transforment progressivement le secteur sont nombreuses, et nous croyons qu'elles méritent d'être explorées de façon plus approfondie.

⁶⁸ Voir le site Internet de la campagne : <https://pasdemetalpasde.com>; Etienne Cazassus, « Une tournée pour encourager la relève féminine dans l'industrie métallurgique », *Le Nouvelliste*, 2 mai 2025; Comité sectoriel de main-d'œuvre de la métallurgie du Québec (CSMO), « L'industrie des métaux se rassemble et entame une tournée du Québec à la rencontre des femmes », communiqué de presse, 13 mars 2024.

BIBLIOGRAPHIE

Cloutier, Louis et Sophie Bernier, « Des Français découvrent la ferme du futur dans une entreprise de Nicolet », *Radio-Canada*, 1^{er} mai 2025.

Décarie, Jean-Philippe, « Propulsée par la batterie pour véhicules électriques », *La Presse+*, 24 janvier 2023.

Fournier, Johanne, « Les Halles d'innovation et de formation avancée sont inaugurées à Rivière-du-Loup », *Le Soleil*, 28 juin 2024.

Genthon, Christian, *Analyse sectorielle : méthodologie et application aux technologies de l'information*, Paris, L'Harmattan, 2004.

Lebel, Anouk, « Innovation : et si cette usine techno réglait nos défis de recyclage? » *Le Journal de Québec*, 13 août 2024.

Lord, Simon, « Le laser comme outil de transformation », *La Presse+*, 25 septembre 2024.

MDEIE, *Mobiliser, innover, prospérer : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2010-2013*, Québec, gouvernement du Québec, 2010.

MDEIE, *Un Québec innovant et prospère : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation*, Québec, gouvernement du Québec, 2006.

MEI, *Inventer, développer, commercialiser : stratégie québécoise de recherche et d'investissement en innovation 2022-2027*, Québec, gouvernement du Québec, 2022.

MEI, IQ et Léger, *L'état de la numérisation des entreprises au Québec - Secteur manufacturier 2023*, Québec, gouvernement du Québec.

MELCC, *Plan pour une économie verte 2030*, Québec, gouvernement du Québec, 2020.

MFE, *Priorité emploi : politique nationale de la recherche et de l'innovation 2014-2019*, Québec, gouvernement du Québec, 2013.

MESI, *Oser innover : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2017-2022*, Québec, gouvernement du Québec, 2017.

MRST, *Savoir changer le monde. Politique québécoise de la science et de l'innovation*, Chicoutimi, Les classiques des sciences sociales, édition numérique, 2014 [2001].

Normand, François, « Un nouveau modèle d'usine intelligente pour votre entreprise », *Les Affaires*, 28 janvier 2023.

OCDE/Eurostat, *Manuel d'Oslo 2018 : Lignes directrices pour le recueil, la communication et l'utilisation des données sur l'innovation*, 4^e édition, Paris, Éditions OCDE, 2019.

PERFORM, *Diagnostic sectoriel 2023-2026*, 2023.

PERFORM, *La fabrication métallique industrielle au Québec : réaliser l'après-covid avec une main-d'œuvre toujours trop rare. Enquête 2021. Perspectives de recrutement, besoins de formation et nouveaux enjeux*, 2022.

RECYC-QUÉBEC, *Bilan 2023 de la gestion des matières résiduelles au Québec*, 2025.

Réseau Capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2023*.

Réseau Capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2017*.

Sans auteur, « L'importance de la maintenance prédictive dans la maintenance industrielle », *Le Courrier du Sud*, 31 mars 2025.

Sans auteur, « La technologie Machinex au cœur de la modernisation du recyclage au Québec », *L'Avenir de l'Érable*, 19 février 2025.

Sans auteur, « Movex Innovation trace sa voie à l'international », *Le Nouvelliste*, 21 septembre 2024.

Soralink, « Devancer les pannes avec l'intelligence artificielle », *Les Affaires*, 22 novembre 2023.

St-Yves, Amélie, « Vallée de la transition énergétique : Movex Innovation veut tripler son chiffre d'affaires », *Le Soleil*, 3 septembre 2023.