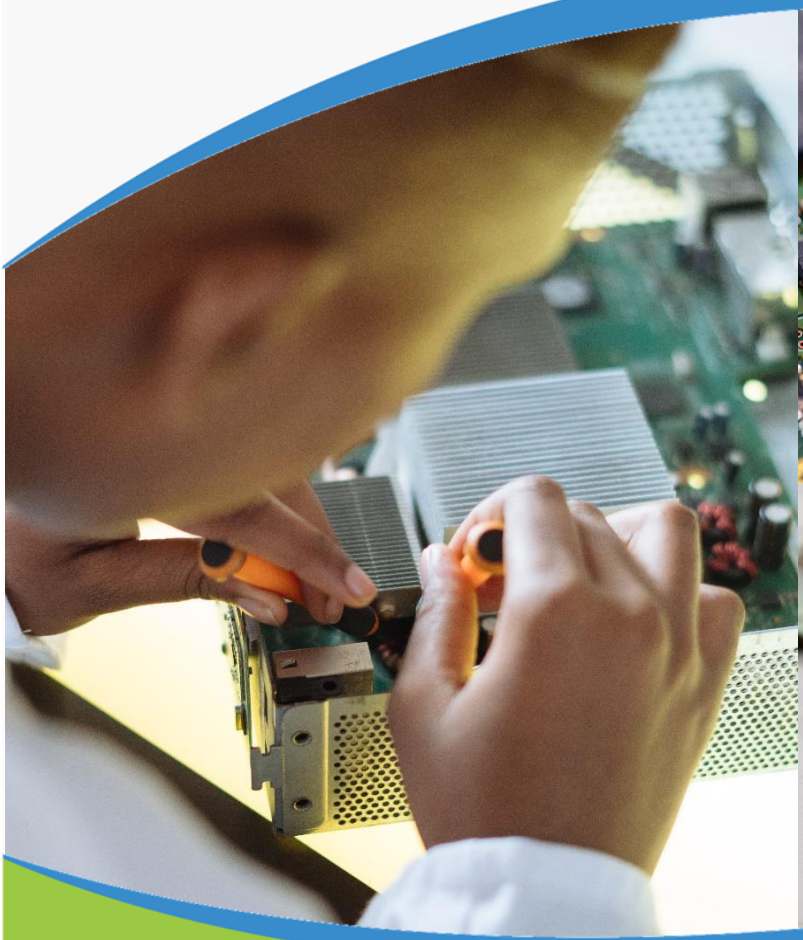
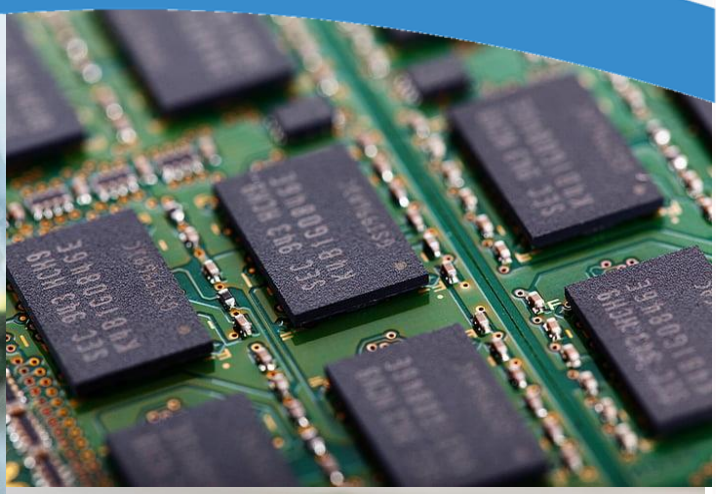
Élexpertise
Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique

ÉTUDE SUR LES IMPACTS DE LA PÉNURIE DE SEMI-CONDUCTEURS SUR LA MAIN-D'ŒUVRE DU SECTEUR MANUFACTURIER ÉLECTRONIQUE QUÉBÉCOIS





GROUPE DDM

groupe-ddm.com

AOUT 2023

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Élexpertise

Chargé de projet : Marc-Olivier Lapointe

Directeur général : Jacques Boudreau

Groupe DDM

Chargés de projet : Raphael Readman, analyste du marché du travail, M. A.
Joanie Guérin, économiste, M. A.

Révision et édition : Léa Harvey, réviseure linguistique, B.A.

Avec la contribution financière de :

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

Commission des partenaires du marché du travail
Québec

nouvelle orthographe
Ce document est conforme à la nouvelle orthographe
www.nouvelleorthographe.info

Référence à citer :

DEL DEGAN, MASSÉ ET ASSOCIÉS, 2023. *Étude sur les impacts de la pénurie de semi-conducteurs sur la main-d'œuvre du secteur manufacturier électronique québécois*. Rapport présenté à Élexpertise, 60 p. + annexe. Référence interne : 22-1652

LEXIQUE ET ACRONYMES

Capteurs et systèmes micro-électromécaniques (*Sensor and microelectromechanical systems* ; MEMS) : Dispositifs à semi-conducteurs ayant des propriétés de détection et de commande (ex. : capteurs gyroscopiques pour manettes de jeux vidéos, capteurs inertiels pour automobiles, micromiroirs pour télécommunications, etc.)[1]

CNP : Classification nationale des professions

Conditionnement avancé *(Advanced packaging)* : Le fait de placer plusieurs dispositifs à semi-conducteurs dans un même emballage pour améliorer la connectivité et réduire la consommation d'énergie, à l'aide de différentes techniques (ex. : intégration 2,5D et 3D, encapsulation sur tranche, photonique, etc.)[2]

CPU (*Central Processing Unit*) : L'unité centrale de traitement d'un ordinateur, c'est-à-dire son processeur principal[3]

DRAM (*Dynamic Random Access Memory*, ou mémoire vive dynamique) : Mémoire vive dans laquelle l'information stockée doit être rafraichie à période fixe pour être conservée[4]

Fonderie : Usine de fabrication de circuits intégrés conçus à la demande des clients extérieurs[5]

Mémoire Flash NAND : La mémoire NAND conserve les données même lorsque l'alimentation est coupée, contrairement à la mémoire DRAM[6].

Internet des objets (*Internet of Things*, IoT) : Ensemble des objets connectés à Internet capables de communiquer avec des humains, mais aussi entre eux, grâce à des systèmes d'identification électronique pour collecter, transmettre et traiter des données avec ou sans intervention humaine[7]

ISEQ : Pôle d'excellence de l'industrie des systèmes électroniques du Québec

SCIAN : Système de classification des industries de l'Amérique du Nord

Semi-conducteurs composés (*Compound semiconductors*) : Semi-conducteurs regroupant au moins deux éléments (ex. : nitrure de gallium, phosphore d'indium, etc.) et offrant des avantages au niveau de l'alimentation, de la vitesse et de la durabilité comparativement aux éléments de silicium[8]

SILICAN : *Semiconductor Industry Leadership and Innovation Canada Action Network*

---

[1] Le défi Approvisionnement en semi-conducteurs - Fonds stratégique pour l'innovation (ic.gc.ca)
[2] *Ibid.*
[3] processeur multicœur | GDT (gouv.qc.ca)
[4] mémoire vive dynamique | GDT (gouv.qc.ca)
[5] fonderie de silicium | GDT (gouv.qc.ca)
[6] Disques à semi-conducteurs (SSD) NAND et technologie Flash - Kingston Technology
[7] Internet des objets | GDT (gouv.qc.ca)
[8] Le défi Approvisionnement en semi-conducteurs - Fonds stratégique pour l'innovation (ic.gc.ca)

STIM : Sciences, technologies, ingénierie et mathématiques

Système en boitier (*System in a Package*, SiP) : Technique d'intégration matérielle de circuits électroniques visant à former un système unique, qui consiste à réunir dans un seul boitier plusieurs puces de nature différente qu'on peut disposer verticalement ou horizontalement sur un support et qu'on relie entre elles[9]

***Wafer* :** Lamelle circulaire, taillée dans un matériau semi-conducteur, sur laquelle seront fabriquées simultanément plusieurs puces électroniques[10]

[9] Internet des objets | GDT (gouv.qc.ca)
[10] tranche | GDT (gouv.qc.ca)

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1
1. MÉTHODOLOGIE 2
2. PORTRAIT DU SECTEUR 5
2.1 Entreprises 7
2.2 Main-d'œuvre 11
2.3 Environnement économique 18
2.4 Utilisation des semi-conducteurs 23
2.5 Tendances 24
3. CAUSES DE LA PÉNURIE DE SEMI-CONDUCTEURS 33
4. CONSÉQUENCES, ENJEUX ET PROBLÉMATIQUES 38
4.1 Évolution anticipée 51
4.2 Solutions 52
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Postes occupés par les répondants dans leur entreprise 3
Tableau 2 Secteurs d'activité principaux et secondaires des entreprises sondées 3
Tableau 3 Utilisation des semi-conducteurs dans la chaine de production des entreprises sondées 4
Tableau 4 Taille des entreprises sondées en termes d'employés 4
Tableau 5 Région administrative des entreprises sondées 5
Tableau 6 Principaux sous-secteurs d'activité à l'étude 6
Tableau 7 Ventilation des entreprises par nombre d'employés, décembre 2018 et décembre 2022, au Québec 8
Tableau 8 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par genre et sous-secteur, en 2021 11
Tableau 9 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par groupe d'âge et sous-secteur, en 2021 12
Tableau 10 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par catégorie d'emploi et sous-secteur, en 2021 13
Tableau 11 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par situation d'activité et sous-secteur, en 2021 14

Tableau 12 Répartition des travailleurs des groupes de professions du secteur manufacturier électronique québécois par statut d'immigration, en 2021 15

Tableau 13 Revenus et dépenses du secteur manufacturier électronique québécois par année et sous-secteur 22

Tableau 14 Perception de l'évolution des semi-conducteurs au cours des 10 dernières années, selon les entreprises sondées 25

Tableau 15 Causes de l'augmentation anticipée de l'utilisation des semi-conducteurs au cours des 10 prochaines années, selon les entreprises sondées (n = 38) 27

Tableau 16 Principales causes de la pénurie de semi-conducteurs, selon les entreprises sondées 33

Tableau 17 Moment auquel la pénurie mondiale de semi-conducteurs a commencé à avoir un impact sur la production des entreprises 37

Tableau 18 Impacts qu'a eus la pénurie de semi-conducteurs sur les entreprises sondées 39

Tableau 19 Délais de réception des intrants à différents moments de la pénurie de semi-conducteurs, selon les entreprises sondées (n = 36) 41

Tableau 20 Délais additionnels de livraison des produits occasionnés par la quantité de tests à effectuer sur les intrants, selon les entreprises sondées 42

Tableau 21 Délais de production occasionnés par la pénurie de semi-conducteurs, selon les entreprises sondées (n = 34) 44

Tableau 22 Professions sujettes à des licenciements temporaires ou à des réductions des heures de travail, pour des motifs liés à la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises sondées (n = 4) 46

Tableau 23 Professions sujettes à des embauches en lien avec la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises sondées (n = 8) 47

Tableau 24 Initiatives et moyens mis en place pour pallier la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises sondées 53

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Variation indicielle du nombre d'entreprises avec et sans employés par sous-secteur d'activité, au Québec 9

Figure 2 Évolution du nombre d'employés salariés du secteur de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), au Québec 16

Figure 3 Évolution de la rémunération hebdomadaire moyenne du secteur de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), au Québec 17

Figure 4 Évolution du nombre de postes vacants et du salaire horaire offert dans le secteur de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), au Québec 18

Figure 5 Évolution du PIB des sous-secteurs de la fabrication électronique, au Québec 19
Figure 6 Évolution de l'indice des prix des biens produits dans les sous-secteurs de la fabrication électronique, au Canada 20
Figure 7 Évolution des ventes de biens fabriqués des sous-secteurs de la fabrication électronique, au Québec 21
Figure 8 Importance des semi-conducteurs dans la chaine de production des entreprises sondées 23
Figure 9 Proportion des recettes générées par la production de biens contenant des semi-conducteurs dans les entreprises sondées 24
Figure 10 Variation anticipée de la demande de main-d'œuvre dans le secteur, selon les entreprises sondées 28
Figure 11 Taux de croissance du prix des intrants entre mars 2020 et mars 2023, selon les entreprises sondées 40
Figure 12 Évolution des délais de réception des intrants, selon les entreprises sondées 41
Figure 13 Taux de croissance du prix de vente des biens produits entre mars 2020 et mars 2023, selon les entreprises sondées 43
Figure 14 Proportion de l'augmentation de la quantité demandée des biens produits par les entreprises ayant connue une augmentation (n = 6) 45
Figure 15 Taux de décroissance des ventes pour les entreprises ayant connue une diminution (n = 12) 45
Figure 16 Variation des revenus des entreprises sondées en lien avec la pénurie de semi-conducteurs 48
Figure 17 Proportion de l'augmentation des revenus engendrée par la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises qui ont connu une augmentation (n = 6) 49
Figure 18 Proportion de la diminution des revenus engendrée par la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises qui ont connu une diminution (n = 10) 49
Figure 19 Variation des dépenses des entreprises sondées en raison de la pénurie de semi-conducteurs 50
Figure 20 Proportion de l'augmentation des dépenses engendrée par la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises (n = 32) 50
Figure 21 Évolution des enjeux connus par les entreprises sondées en lien avec la pénurie de semi-conducteurs depuis le début de l'année 2023 52

ANNEXE

Annexe Questionnaire de sondage en ligne

INTRODUCTION

Les semi-conducteurs sont des matériaux à mi-chemin entre les conducteurs et les isolants. Ils servent à gérer le flux de courant dans les composants électroniques. Les semi-conducteurs sont généralement constitués de silicium, de germanium, de carbure de silicium ou d'arséniure de gallium[11]. Les termes « semi-conducteurs » et « puces électroniques » sont fréquemment utilisés de manière interchangeable, et ce, parce que les puces électroniques sont faites de semi-conducteurs[12].

La production de semi-conducteurs comporte plusieurs étapes, à commencer par la recherche, une étape essentielle. Ensuite, des ingénieurs utilisent des équipements de pointe pour effectuer la conception (*design*) des semi-conducteurs. Une autre étape cruciale est l'acquisition de matière première, généralement du sable qui comprend une forte concentration de silicium. Ce sable est ensuite purifié et transformé en lingots cylindriques. Les lingots sont par la suite tranchés en disques de silicium d'une épaisseur de 1 mm, puis ils sont polis parfaitement. Ces disques sont appelés des *wafers*. Des circuits complexes sont imprimés sur ces disques de silicium, qui seront, par la suite, coupés en semi-conducteurs individuels appelés circuits intégrés ou *dies*. Puis, les circuits intégrés sont conditionnés en semi-conducteurs finis, prêts à être intégrés à des appareils électroniques[13].

La pénurie de semi-conducteurs constitue un enjeu de taille pour l'industrie manufacturière électronique québécoise. En effet, les puces électroniques, composées de semi-conducteurs, font maintenant partie du quotidien de tous : elles sont présentes dans les ordinateurs, les téléphones intelligents, les voitures, les machines à laver, les machines à café et même les brosses à dents électriques. Cependant, les enjeux politiques, les enjeux climatiques et la pandémie de la COVID-19 ont, entre autres, agi comme catalyseurs dans la fragilisation du marché des puces électroniques. La pénurie de semi-conducteurs met ainsi en péril la sécurité des chaines d'approvisionnement pour de nombreux produits. Par ailleurs, le secteur de la fabrication de produits informatiques et électroniques est le plus durement touché par cette pénurie, puisqu'il est l'un des secteurs économiques utilisant le plus de semi-conducteurs en raison de la nature de ses produits.

Afin d'avoir un portrait des enjeux générés par la pénurie de semi-conducteurs pour les entreprises qu'il représente, le comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique (Élexpertise) a commandé la présente étude. Celle-ci vise à :

- Dresser le portrait des cinq sous-secteurs à l'étude, et de leur main-d'œuvre ;
- Identifier les causes de la pénurie de semi-conducteurs ;
- Déterminer les conséquences, les enjeux et les problématiques liés à la pénurie ;
- Recommander des actions quant aux enjeux et problématiques identifiées.

[11] Semi-conducteurs : que sont ces puces électroniques dont la pénurie perturbe l'économie mondiale ? (lemonde.fr)
[12] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[13] About Semiconductors | SIA | Semiconductor Industry Association

1. MÉTHODOLOGIE

La collecte de données et de documentation a été réalisée en deux phases. D'abord, la revue de documentation a permis la collecte de données secondaires concernant le secteur manufacturier électronique québécois et sa main-d'œuvre. Ensuite, la collecte de données primaires visant à déterminer les causes et conséquences de la pénurie s'est faite à partir d'entrevues de fond et d'un sondage auprès d'entreprises du secteur. L'ensemble de ces données, primaires et secondaires, permet d'avoir un état de la situation en ce qui concerne la pénurie mondiale de semi-conducteurs.

Entrevues de fond

Les entrevues de fond servent deux objectifs, soit de documenter qualitativement la réalité des entreprises et d'observer les principaux enjeux et tendances du secteur pour concevoir un questionnaire de sondage en ligne adapté à la réalité du secteur. Elles se sont déroulées entre avril et juin 2023.

Au total, huit entreprises ont accepté de participer aux entrevues de fond. Elles sont de tailles variées, comptant entre 17 et 1 000 employés, dont : quatre entreprises de 99 employés ou moins, deux entreprises de 100 à 199 employés, une entreprise de 200 à 499 employés et une entreprise de plus de 500 employés. Elles sont situées dans les régions de la Capitale-Nationale (n = 4), de la Montérégie (n = 2), de Montréal (n = 1) et de l'Estrie (n = 1).

Les entreprises interviewées œuvrent dans les secteurs de la fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341 ; n = 1), de la fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342 ; n = 1), de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344 ; n = 2) et de la fabrication d'appareils de mesure et de commande et d'appareils médicaux (SCIAN 3345 ; n = 4). Plus précisément, elles font de l'assemblage de cartes électroniques, réalisent des tests de qualité, font de la conception et de l'ingénierie, et fabriquent des produits secondaires ou finaux.

Toutes ces entreprises utilisent les semi-conducteurs comme intrants, elles n'en produisent pas. D'ailleurs, les semi-conducteurs occupent une place très importante dans la production des entreprises interviewées. Ils sont présents dans 100 % de leur production, sauf dans une entreprise dont 25 % à 30 % de sa production ne comprend pas de semi-conducteurs. Ces entreprises produisent des biens secondaires ou finaux pour les secteurs du transport, des télécommunications, des bâtiments, des infrastructures, ainsi que pour les secteurs médical, pharmaceutique, agroalimentaire, industriel, etc. Certaines d'entre elles vendent également leurs produits à des distributeurs.

Les personnes interviewées dans le cadre des entrevues de fond occupent des postes de présidence, de vice-présidence, de direction et de responsable de recherche et développement.

Sondage en ligne

Le sondage en ligne a été réalisé entre le 30 mai et le 5 juillet 2023. Sur cette période, un total de 40 individus a répondu au sondage. Soulignons que plusieurs relances par courriel ont été réalisées afin d'augmenter le nombre de répondants et qu'une sollicitation téléphonique a dû être mise en place pour rejoindre des répondants. La moitié des répondants ont répondu au questionnaire par téléphone.

En début de sondage, quelques questions d'identification ont été posées aux répondants afin de dresser un portrait des entreprises sondées.

Le tableau 1 présente les postes occupés par les répondants au sondage. Ce sont principalement des présidents, vice-présidents, directeurs, superviseurs ou gestionnaires qui ont répondu au questionnaire.

Tableau 1 Postes occupés par les répondants dans leur entreprise

Poste	N^bre de répondants
Vice-présidence	9
Présidence	8
Direction	5
Ressources humaines	4
Supervision	3
Approvisionnement	2
Ingénierie de fabrication	2
Opérations	2
Adjoint	1
Gestion	1

Source : Données du sondage en ligne

Le tableau suivant présente le secteur d'activité principal et les secteurs d'activité secondaires des entreprises sondées. Près du tiers (30 %) de celles-ci œuvrent en fabrication d'instruments de mesure et de commande et d'instruments médicaux, et le quart (25 %) œuvrent en fabrication de matériel informatique et périphérique. Soulignons que la répartition des entreprises sondées par leur secteur d'activité principal ressemble à celle que l'on retrouvait à l'échelle provinciale en décembre 2022 (tableau 7).

Tableau 2 Secteurs d'activité principaux et secondaires des entreprises sondées

	Secteur d'activité principal (n = 40)	Secteur(s) d'activité secondaire(s) (n = 23)
Fabrication de matériel informatique et périphérique	25,0 %	30,4 %
Fabrication de matériel de communication	15,0 %	26,1 %
Fabrication de matériel audio et vidéo	15,0 %	13,0 %
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques	12,5 %	8,7 %
Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux (excluant la fabrication d'instruments de navigation et de guidage)	30,0 %	30,4 %
Autre	2,5 %	43,5 %

Source : Données du sondage en ligne

Les deux entreprises qui produisent des semi-conducteurs, en plus d'en utiliser, ont pour secteur d'activité principal la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344) et la fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux (excluant la fabrication d'instruments de navigation et de guidage) (SCIAN 334511).

L'entreprise qui a sélectionné l'option « autre » a indiqué assembler des cartes électroniques et fabriquer des systèmes automatisés.

Les entreprises qui ont sélectionné l'option « autre » pour leur secteur d'activité secondaire ont indiqué : faire de la consultation (n = 2), faire de la sous-traitance (n = 1), travailler à la conception (de logiciels, de produits, etc.) (n = 3), fabriquer des systèmes électriques (n = 2), assembler des cartes électroniques (n = 1) et fabriquer des composantes métalliques (n = 1).

Les répondants étaient aussi invités à indiquer le rôle que prennent les semi-conducteurs dans leur production, soit un intrant, un produit ou les deux. Le tableau 3 montre ces réponses.

Tableau 3 Utilisation des semi-conducteurs dans la chaine de production des entreprises sondées

Utilisation des semi-conducteurs	Proportion
L'entreprise produit des semi-conducteurs	0 %
L'entreprise utilise des semi-conducteurs dans ses procédés de fabrication	90 %
L'entreprise produit des semi-conducteurs et utilise des semi-conducteurs dans ses procédés de fabrication	5 %
L'entreprise ne produit pas et n'utilise pas de semi-conducteurs dans ses procédés de fabrication	5 %

Source : Données du sondage en ligne

Le tableau suivant indique la taille des entreprises sondées. Une entreprise sur cinq est de très petite taille (1 à 9 employés), la moitié sont des petites entreprises (10 à 99 employés), 15 % sont des moyennes entreprises (100 à 499 employés) et 15 % sont de grandes entreprises (500 employés ou plus).

Notons qu'il est habituel de retrouver dans l'échantillon d'un sondage en ligne une proportion de grandes entreprises plus forte que dans la population étudiée. Comme elles ont plus de ressources, les grandes entreprises ont généralement davantage de facilité à trouver un employé qui a du temps pour répondre au sondage, comparativement aux petites entreprises qui sont plus limitées en personnel.

Tableau 4 Taille des entreprises sondées en termes d'employés

Taille	Proportion
1 à 9 employés	20 %
10 à 49 employés	30 %
50 à 99 employés	20 %
100 à 199 employés	10 %
200 à 499 employés	5 %
500 employés et plus	15 %

Source : Données du sondage en ligne

Soulignons que les deux entreprises qui produisent des semi-conducteurs, en plus d'en utiliser, sont des entreprises de 500 employés et plus.

Selon les données du tableau 5, près de la moitié (47,4 %) des entreprises sondées se situent dans la région administrative de la Capitale-Nationale. Il semble y a voir une forte concentration d'entreprises du secteur manufacturier électronique québécois dans cette région.

Tableau 5 Région administrative des entreprises sondées

Région administrative	Proportion
Bas-Saint-Laurent	0,0 %
Saguenay–Lac-Saint-Jean	2,6 %
Capitale-Nationale	47,4 %
Mauricie	0,0 %
Estrie	5,3 %
Montréal	15,8 %
Outaouais	0,0 %
Abitibi-Témiscamingue	2,6 %
Côte-Nord	0,0 %
Nord-du-Québec	0,0 %
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	0,0 %
Chaudière-Appalaches	10,5 %
Laval	0,0 %
Lanaudière	0,0 %
Laurentides	5,3 %
Montérégie	10,5 %
Centre-du-Québec	0,0 %

Source : Données du sondage en ligne

2. PORTRAIT DU SECTEUR

Le secteur manufacturier électronique correspond au code 334 du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), c'est-à-dire le secteur de la fabrication de produits informatiques et électroniques. Toutefois, les sous-secteurs de la fabrication d'instruments de navigation et de guidage (SCIAN 334511) ainsi que de la fabrication et reproduction de supports magnétiques et optiques (SCIAN 3346) sont exclus de la présente étude. Le tableau 6 présente les principaux sous-secteurs d'activité évalués dans le présent rapport.

Tableau 6 Principaux sous-secteurs d'activité à l'étude

SCIAN
3341 – Fabrication de matériel informatique et périphérique
3342 – Fabrication de matériel de communication
33421 – Fabrication de matériel téléphonique
33422 – Fabrication de matériel de radiodiffusion, de télédiffusion et de communication sans fil
33429 – Fabrication d'autres types de matériel de communication
3343 – Fabrication de matériel audio et vidéo
3344 – Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques
3345 – Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux (excluant la fabrication d'instruments de navigation et de guidage)
334512 – Fabrication d'appareils de mesure et de commande et d'appareils médicaux

Source : Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) Canada 2022 version 1.0 (statcan.gc.ca)

Les activités des entreprises comprises dans chacun de ces sous-secteurs sont résumées dans les paragraphes suivants :

- Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341) : Ce groupe comprend les entreprises qui fabriquent des ordinateurs et du matériel périphérique informatique. Les périphériques sont des composants autonomes conçus pour être utilisés avec des ordinateurs (ex. : imprimantes, écrans, claviers, lecteurs de disques, etc.)[14].
- Fabrication de matériel téléphonique (SCIAN 33421) : Ce groupe comprend les entreprises qui fabriquent des équipements de transmission de données par fil et du matériel téléphonique (ex. : téléphones [sauf cellulaires], répondeurs téléphoniques, télécopieurs, etc.)[15].
- Fabrication de matériel de radiodiffusion, de télédiffusion et de communication sans fil (SCIAN 33422) : Ce groupe comprend les entreprises qui fabriquent du matériel de radiodiffusion, de télédiffusion et de communication sans fil (ex. : téléphones cellulaires, GPS, matériel de diffusion pour radio et télévision, etc.)[16].
- Fabrication d'autres types de matériel de communication (SCIAN 33429) : Ce groupe comprend les entreprises qui fabriquent du matériel de communication et qui ne sont pas incluses dans les classes précédentes (SCIAN 33421 et 33422) (ex. : système d'alarme et système de détection d'incendie, télécommandes, détecteurs de fumée, etc.)[17].
- Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343) : Ce groupe comprend les entreprises qui fabriquent du matériel électronique audio et vidéo (ex. : caméras vidéos, radios, téléviseurs, lecteurs de CD ou de DVD, etc.)[18].

[14] SCIAN 2017 version 3.0 - 3341 - Fabrication de matériel informatique et périphérique - Groupe (statcan.gc.ca)
[15] SCIAN 2017 version 3.0 - 33421 - Fabrication de matériel téléphonique - Classe (statcan.gc.ca)
[16] SCIAN 2017 version 3.0 - 33422 - Fabrication de matériel de radiodiffusion, de télédiffusion et de communication sans fil - Classe (statcan.gc.ca)
[17] SCIAN 2017 version 3.0 - 33429 - Fabrication d'autres types de matériel de communication - Classe (statcan.gc.ca)
[18] SCIAN 2017 version 3.0 - 3343 - Fabrication de matériel audio et vidéo - Groupe (statcan.gc.ca)

- Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344) : Ce groupe comprend les entreprises qui fabriquent des semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (ex. : condensateurs électroniques, microcircuits intégrés, piles solaires, puces microcontrôleurs et microprocesseurs, transistors, dispositifs à semi-conducteurs, etc.)[19].
- Fabrication d'appareils de mesure et de commande et d'appareils médicaux (SCIAN 334512) : Ce groupe comprend les entreprises qui fabriquent des appareils de mesure et de commande ainsi que des appareils médicaux (ex. : matériel de diagnostic électromédical, contrôleurs et régulateurs environnementaux automatiques, instruments d'analyse de laboratoire, instruments d'arpentage et de géophysique, etc.)[20].

2.1 Entreprises

En décembre 2022, le secteur manufacturier électronique québécois représentait un peu plus du quart (26,1 %) du secteur manufacturier électronique du Canada (667 entreprises sans et avec employés au Québec contre 2 560 au Canada). La présente section détaille la répartition et l'évolution de ces entreprises par taille, par sous-secteur et par type d'entreprise.

Ce total de 667 entreprises est composé à 45,3 % d'entreprises sans employés (aussi appelés travailleurs autonomes), à 28,8 % de très petites entreprises (1 à 9 employés), à 19,9 % de petites entreprises (10 à 99 employés), à 5,7 % de moyennes entreprises (100 à 499 employés) et de seulement deux (0,3 %) grandes entreprises (500 employés et plus). Il y a donc une quasi-totalité de PME (petites et moyennes entreprises) dans le secteur au Québec.

Concernant les sous-secteurs d'activité qui composent le secteur manufacturier électronique québécois, celui de la fabrication d'appareils de mesure et de commande et d'appareils médicaux (SCIAN 3345, sauf 3345511) est le sous-secteur qui comprend le plus d'entreprises, avec 25,5 % du total (170 entreprises). Il est suivi de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344 ; 21,7 % des entreprises), de la fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342 ; 18,7 % des entreprises), de la fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341 ; 18,3 % des entreprises) et de la fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343 ; 15,7 % des entreprises).

Parmi ces sous-secteurs, celui qui comprend la plus grande proportion (61,5 %) et le plus grand nombre (75) d'entreprises sans employés est la fabrication de matériel informatique et périphérique. À l'opposé, le sous-secteur de la fabrication d'appareils de mesure et de commande et d'appareils médicaux (SCIAN 3345 sauf 3345511) est celui qui comprend la plus petite proportion (27,1 %) et le plus petit nombre (46) d'entreprises sans employés.

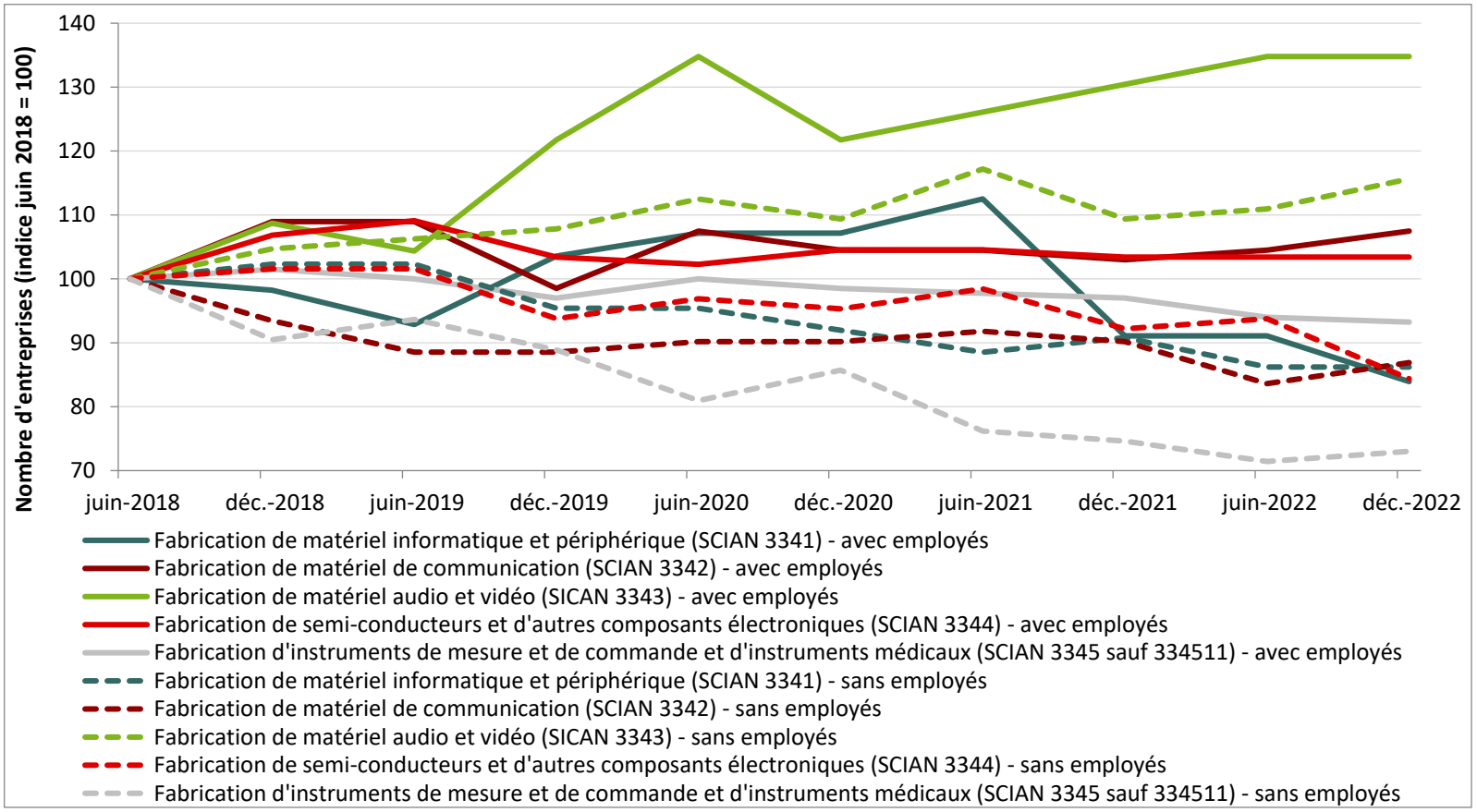
[19] SCIAN 2017 version 3.0 - 3344 - Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques - Groupe (statcan.gc.ca)
[20] SCIAN 2017 version 3.0 - 334512 - Fabrication d'appareils de mesure et de commande et d'appareils médicaux - Classe canadienne (statcan.gc.ca)

Tableau 7 Ventilation des entreprises par nombre d'employés, décembre 2018 et décembre 2022, au Québec

Période	Industrie	Nombre d'entreprises selon le nombre d'employés						
		Entreprise sans employés	1 à 9	10 à 49	50 à 99	100 à 499	500 et +	TOTAL
Décembre 2018	Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341)	89 (12,4 %)	36 (5,0 %)	16 (2,2 %)	1 (0,1 %)	2 (0,3 %)	0 (0,0 %)	144 (20,1 %)
	Fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342)	57 (7,9 %)	39 (5,4 %)	20 (2,8 %)	7 (1,0 %)	7 (1,0 %)	0 (0,0 %)	130 (18,1 %)
	Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343)	67 (9,3 %)	19 (2,6 %)	5 (0,7 %)	1 (0,1 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	92 (12,8 %)
	Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344)	65 (9,1 %)	40 (5,6 %)	26 (3,6 %)	13 (1,8 %)	13 (1,8 %)	2 (0,3 %)	159 (22,2 %)
	Fabrication d'instruments de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 3345, sauf 334 511)	57 (7,9 %)	63 (8,8 %)	44 (6,1 %)	18 (2,5 %)	9 (1,3 %)	1 (0,1 %)	192 (26,8 %)
	TOTAL	**335 (46,7 %)**	**197 (27,5 %)**	**111 (15,5 %)**	**40 (5,6 %)**	**31 (4,3 %)**	**3 (0,4 %)**	**717**
Décembre 2022	Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341)	75 (11,2 %)	34 (5,1 %)	12 (1,8 %)	1 (0,1 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	122 (18,3 %)
	Fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342)	53 (7,9 %)	37 (5,5 %)	21 (3,1 %)	4 (0,6 %)	9 (1,3 %)	1 (0,1 %)	125 (18,7 %)
	Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343)	74 (11,1 %)	26 (3,9 %)	3 (0,4 %)	1 (0,1 %)	1 (0,1 %)	0 (0,0 %)	105 (15,7 %)
	Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344)	54 (8,1 %)	38 (5,7 %)	26 (3,9 %)	11 (1,6 %)	15 (2,2 %)	1 (0,1 %)	145 (21,7 %)
	Fabrication d'instruments de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 3345, sauf 334 511)	46 (6,9 %)	57 (8,5 %)	41 (6,1 %)	13 (1,9 %)	13 (1,9 %)	0 (0,0 %)	170 (25,5 %)
	TOTAL	**302 (45,3 %)**	**192 (28,8 %)**	**103 (15,4 %)**	**30 (4,5 %)**	**38 (5,7 %)**	**2 (0,3 %)**	**667**
Différence (nombre)		**–33**	**– 5**	**– 8**	**– 10**	**+ 7**	**– 1**	**– 50**
Différence (proportion)		**– 9,9 %**	**– 2,5 %**	**– 7,2 %**	**– 25,0 %**	**+ 22,6 %**	**– 33,3 %**	**– 7,0 %**

Source : Statistique Canada. Tableau 33-10-0661-01 Nombre d'entreprises canadiennes, avec employés, décembre 2022 ; Statistique Canada. Tableau 33-10-0662-01 Nombre d'entreprises canadiennes, sans employés, décembre 2022 ; Statistique Canada. Tableau 33-10-0105-01 Nombre d'entreprises canadiennes, avec employés, décembre 2018 ; Statistique Canada. Tableau 33-10-0106-01 Nombre d'entreprises canadiennes, sans employés, décembre 2018

Entre décembre 2018 et décembre 2022, le nombre total d'entreprises dans le secteur manufacturier électronique québécois a diminué de 7,0 % (− 50 entreprises). Sur cette période, seul le nombre de moyennes entreprises (100 à 499 employés) a augmenté (+ 7 entreprises). Le détail de la variation du nombre d'entreprises entre juin 2018 et décembre 2022, par sous-secteur et type d'entreprise, est illustré à la figure 1.



Source : Statistique Canada. Tableau 33-10-0661-01 Nombre d'entreprises canadiennes, avec employés, décembre 2022 ; Statistique Canada. Tableau 33-10-0662-01 Nombre d'entreprises canadiennes, sans employés, décembre 2022 ; et tableaux subséquents

Figure 1 Variation indicielle du nombre d'entreprises avec et sans employés par sous-secteur d'activité, au Québec

En près de cinq ans, le nombre d'entreprises avec employés a augmenté pour les sous-secteurs de la fabrication de matériel de communication (+ 7,5 %), de la fabrication de matériel audio et vidéo (+ 34,8 %) et de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (+ 3,4 %). Seul le sous-secteur de la fabrication de matériel audio et vidéo a vu son nombre d'entreprises sans employés augmenter au cours de cette période (+ 15,6 %). De façon générale, le nombre d'entreprises sans employés du secteur manufacturier électronique québécois a diminué entre 2018 et 2022, comme le montre le tableau 7. Par ailleurs, les entrevues de fond ont fait ressortir le fait que les plus petites entreprises ont beaucoup de moins de pouvoir auprès des fournisseurs de semi-conducteurs. Les fournisseurs, étant confrontés à une offre limitée de semi-conducteurs, prioriseraient les commandes des plus grandes entreprises. Il est donc possible que plusieurs des plus petites entreprises, dont les entreprises sans employé, aient cessé leurs activités en raison du manque de pièces, entre autres.

Le nombre d'entreprises avec employés était généralement en hausse avant le début de la pandémie et le moment où les effets de la pénurie de semi-conducteurs ont commencé à se faire ressentir par la plupart des entreprises (c'est-à-dire avant 2020 ; voir le tableau 17). Entre juin 2018 et juin 2020, le nombre d'entreprises avec employés était en hausse pour les sous-secteurs de la fabrication de matériel informatique et périphérique (+ 7,1 %), de matériel de communication (+ 7,5 %), de matériel audio et vidéo (+ 34,8 %) et de semi-conducteurs et autres composants électroniques (+ 2,3 %), alors que le nombre d'entreprises avec employés est demeuré similaire pour le sous-secteur de la fabrication d'instruments de mesure et de commande, et d'instruments médicaux. Toutefois, durant cette période, le nombre d'entreprises sans employés était déjà en baisse pour tous les sous-secteurs, sauf celui de la fabrication de matériel audio et vidéo (+ 12,5 %). En plein dans la pandémie et la pénurie de semi-conducteurs, soit entre juin 2020 et décembre 2022, le nombre total d'entreprises (avec et sans employés) de chacun des sous-secteurs était en baisse, sauf celui de la fabrication de matériel audio et vidéo (+ 1,9 %) pour lequel la croissance du nombre d'entreprises a tout de même été largement plus faible qu'avant juin 2020. Pour les autres sous-secteurs, la diminution du nombre d'entreprises au cours de cette période a été plus forte pour les entreprises sans employés que pour les entreprises avec employés.

Plusieurs entreprises ayant réalisé une entrevue de fond ont mentionné que la demande pour les appareils de divertissement (comme le matériel électronique audio et vidéo) a significativement augmenté au cours de la pandémie de la COVID-19. Malgré la pénurie de semi-conducteurs, il est possible que cette forte demande ait contribué à la croissance du nombre d'entreprises du secteur de la fabrication de matériel audio et vidéo.

Le dernier quinquennat a donc été plus difficile pour le secteur manufacturier électronique québécois, composé en grande partie de très petites entreprises, qui a vu son nombre d'entreprises diminuer. Cette période a été plus particulièrement turbulente pour les entreprises sans employés.

2.2 Main-d'œuvre

En 2021, le secteur manufacturier électronique québécois comprenait autour de 13 815 travailleurs. La présente section détaille le profil de ces 13 815 travailleurs (genre, âge, catégorie d'emploi, situation d'activité, etc.) et quelques conditions d'emploi (postes vacants, salaires, etc.).

Le secteur manufacturier électronique québécois est composé d'une majorité d'hommes (67,2 %). Cela diffère de l'ensemble des industries du Québec, où l'on retrouve presque autant de femmes que d'hommes (48,1 % de femmes contre 51,9 % d'hommes). Dans tous les sous-secteurs à l'étude, moins de 4 travailleurs sur 10 sont des femmes. Cela indique que des efforts de sollicitation ciblés pour les femmes pourraient être mis en place afin d'accroitre la présence de celles-ci dans le secteur manufacturier électronique.

Plus de détails sur la répartition des travailleurs par leur genre dans les sous-secteurs à l'étude sont présentés au tableau 8.

Tableau 8 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par genre et sous-secteur, en 2021

Secteurs	Proportions de femmes	Proportion d'hommes	Nombre total
Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341)	37,0 %	63,0 %	460
Fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342)	26,0 %	74,0 %	2 560
Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343)	27,8 %	75,0 %	180
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344)	38,9 %	61,1 %	5 155
Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 3345)	30,1 %	69,9 %	5 460
Ensemble des sous-secteurs manufacturiers électroniques québécois	**32,8 %**	**67,2 %**	**13 815**
Ensemble des industries du Québec	**48,1 %**	**51,9 %**	**4 435 460**

Source : Statistique Canada. Tableau 98-10-0448-01 Groupes d'industries selon la catégorie de travailleur incluant la permanence de l'emploi, la situation d'activité, l'âge et le genre : Canada, provinces et territoires, régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement y compris les parties

La majorité (67,1 %) des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois appartiennent à la tranche d'âge des 25 à 54 ans. Très peu de travailleurs (< 5 %) du secteur ont moins de 25 ans ou 65 ans ou plus. D'ailleurs, la proportion de travailleurs de 15 à 24 ans est significativement inférieure dans le secteur (4,9 %) que dans l'ensemble des industries au Québec (13 %), mais la proportion de travailleurs de 55 à 64 ans est plus élevée (24,1 % contre 18,2 %). Le fait que le nombre de travailleurs qui ont atteint et qui atteindront l'âge de la retraite (55 ans et plus) au cours des 10 prochaines années est près de six fois plus élevée que le nombre de travailleurs de 15 à 24 ans risque d'engendrer un problème de manque de

main-d'œuvre au cours des années à venir. Cet enjeu a également été soulevé dans le diagnostic sectoriel de l'industrie électrique et électronique au Québec de 2019. Ce rapport soulignait aussi que cet enjeu de main-d'œuvre vieillissante risque de créer une pression sur les travailleurs de l'industrie et de freiner la croissance des entreprises[21]. Les détails de la répartition des travailleurs par leur âge dans les sous-secteurs à l'étude sont présentés au tableau 9.

Tableau 9 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par groupe d'âge et sous-secteur, en 2021

Secteurs	15 à 24 ans	25 à 54 ans	55 à 64 ans	65 ans et plus	Nombre total
Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341)	4,3 %	71,7 %	19,6 %	3,3 %	460
Fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342)	5,7 %	61,7 %	27,1 %	5,3 %	2 560
Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343)	5,6 %	61,1 %	27,8 %	5,6 %	180
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344)	5,0 %	65,4 %	25,8 %	3,8 %	5 155
Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 3345)	4,4 %	71,1 %	21,2 %	3,3 %	5 460
Ensemble des sous-secteurs manufacturiers électroniques québécois	**4,9 %**	**67,1 %**	**24,1 %**	**3,9 %**	**13 815**
Ensemble des industries du Québec	**13,0 %**	**63,8 %**	**18,2 %**	**5,0 %**	**4 435 460**

Source : Statistique Canada. Tableau 98-10-0448-01 Groupes d'industries selon la catégorie de travailleur incluant la permanence de l'emploi, la situation d'activité, l'âge et le genre : Canada, provinces et territoires, régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement, y compris les parties

Le secteur manufacturier électronique québécois est composé d'une très grande majorité (97,4 %) de travailleurs salariés. Cette proportion est significativement supérieure à la proportion de travailleurs salariés dans l'ensemble des industries au Québec (86 %). Des 13 460 travailleurs salariés du secteur, 94,6 % occupent un poste permanent et 5,4 % occupent un poste temporaire[22]. Il y avait environ 350 travailleurs autonomes dans le secteur en 2021. Ce nombre est près du nombre d'entreprises sans employés, qui s'élevait à 302 entreprises en décembre 2022 (tableau 2). Parmi les sous-secteurs à l'étude, celui de la fabrication de matériel audio et vidéo semble être celui qui se prête le mieux au travail autonome puisqu'il comprend la plus grande proportion de ce type de travailleurs.

Plusieurs éléments relatifs au travail dans le secteur (comme : le besoin d'un éventail de compétences techniques au cours du processus de fabrication électronique ; l'utilisation d'équipements spécifiques ; la connaissance et l'application des normes de qualité ; le besoin d'effectuer des tests sur les pièces reçues ; et le besoin de certification, dans certains cas) peuvent faire en sorte que le secteur manufacturier électronique se prête moins au travail autonome que d'autres secteurs d'activité.

[21] Diagnostic-sectoriel-2019_PDF.pdf (elexpertise.qc.ca)

[22] Statistique Canada. Tableau 98-10-0448-01 Groupes d'industries selon la catégorie de travailleur incluant la permanence de l'emploi, la situation d'activité, l'âge et le genre : Canada, provinces et territoires, régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement y compris les parties

Plus de détails sur la répartition des travailleurs par leur catégorie d'emploi dans les sous-secteurs à l'étude sont présentés au tableau 10.

Tableau 10 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par catégorie d'emploi et sous-secteur, en 2021

Secteurs	Travailleurs salariés	Travailleurs autonomes	Nombre total
Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341)	98,9 %	1,1 %	460
Fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342)	97,9 %	2,1 %	2 560
Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343)	94,4 %	5,6 %	180
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344)	96,9 %	3,1 %	5 155
Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 3345)	97,7 %	2,3 %	5 460
Ensemble des sous-secteurs manufacturiers électroniques québécois	**97,4 %**	**2,5 %**	**13 815**
Ensemble des industries du Québec	**86,0 %**	**12,0 %**	**4 435 460**

Source : Statistique Canada. Tableau 98-10-0448-01 Groupes d'industries selon la catégorie de travailleur incluant la permanence de l'emploi, la situation d'activité, l'âge et le genre : Canada, provinces et territoires, régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement y compris les parties

En 2021, le taux de chômage dans le secteur manufacturier électronique québécois était inférieur à celui de l'ensemble de la province de quatre points de pourcentage (3,6 % contre 7,6 %). Cela est positif étant donné la crise pandémique et la pénurie de semi-conducteurs qui sévissaient à ce moment. D'ailleurs, la pandémie de la COVID-19 a entrainé une importante demande pour les appareils électroniques, que ce soit pour le télétravail, le divertissement ou les communications. Cette demande a pu favoriser le maintien en emploi des travailleurs du secteur, malgré la présence de la pénurie de pièces et de la crise sanitaire. Les résultats des tableaux 18 et 22 montrent qu'environ une entreprise sur cinq a embauché des travailleurs en production au cours de cette période, alors que seulement une entreprise sur dix a procédé à des licenciements temporaires.

Les détails de la répartition des travailleurs par leur situation d'activité dans les sous-secteurs à l'étude sont présentés au tableau 11.

Tableau 11 Répartition des travailleurs du secteur manufacturier électronique québécois par situation d'activité et sous-secteur, en 2021

Secteurs	Personnes occupées	Chômeurs	Nombre total
Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341)	96,7 %	2,2 %	460
Fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342)	95,7 %	4,3 %	2 560
Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343)	100,0 %	0,0 %	180
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344)	95,7 %	4,2 %	5 155
Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 3345)	97,1 %	3,0 %	5 460
Ensemble des sous-secteurs manufacturiers électroniques québécois	**96,3 %**	**3,6 %**	**13 815**
Ensemble des industries du Québec	**92,4 %**	**7,6 %**	**4 435 460**

Source : Statistique Canada. Tableau 98-10-0448-01 Groupes d'industries selon la catégorie de travailleur incluant la permanence de l'emploi, la situation d'activité, l'âge et le genre : Canada, provinces et territoires, régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement y compris les parties

Concernant la proportion de travailleurs immigrants dans les groupes de professions du secteur manufacturier électronique québécois, celle-ci est supérieure que dans l'ensemble des professions au Québec (20,9 % dans le secteur contre 16,4 % au Québec). Tous les groupes de professions associées au secteur manufacturier électronique comprennent une proportion de travailleurs immigrants supérieure à la moyenne nationale, à l'exception des membres des corps législatifs et cadres supérieurs (CNP 0001). Il est à noter que l'ensemble des travailleurs correspondant à ces groupes de professions ne sont pas exclusifs au secteur manufacturier électronique québécois. Toutefois, les données du diagnostic sectoriel de l'industrie électrique et électronique au Québec de 2019 indiquent que 16 % des travailleurs en fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) sont identifiés comme minorité visible[23]. Les détails de la répartition des travailleurs par leur statut d'immigration dans les professions à l'étude sont présentés au tableau 12.

[23] Diagnostic-sectoriel-2019_PDF.pdf (elexpertise.qc.ca)

Tableau 12 Répartition des travailleurs des groupes de professions du secteur manufacturier électronique québécois par statut d'immigration, en 2021

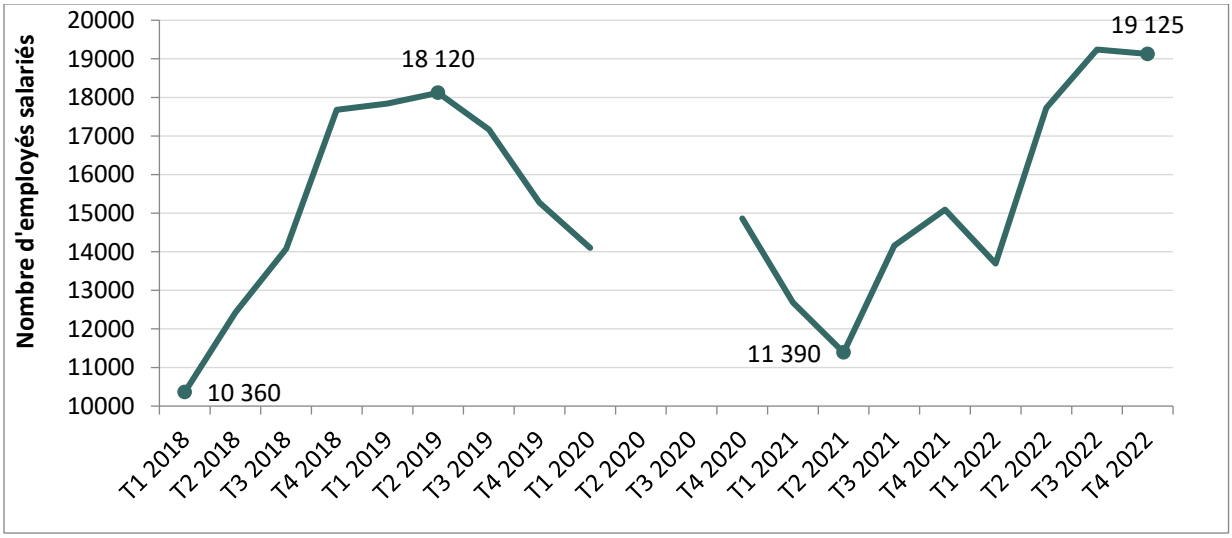
Groupes de professions	Non-immigrants	Immigrants	Nombre total
Membres des corps législatifs et cadres supérieurs (CNP 0001)	86,8 %	12,4 %	74 440
Mathématiciens, statisticiens, actuaires et scientifique de données (CNP 2121)	68,9 %	23,8 %	6 680
Concepteurs et développeurs en informatique, logiciel et Web (CNP 2123)	60,9 %	29,4 %	61 675
Ingénieurs civils et mécaniciens (CNP 2130)	72,3 %	23,8 %	26 690
Ingénieurs électriciens, électroniciens et informaticiens (CNP 2131)	63,2 %	31,3 %	14 725
Personnel technique en génie électronique et électrique (CNP 2231)	78,3 %	19,5 %	22 415
Directeurs de la fabrication et des services d'utilité publique (CNP 9001)	81,3 %	16,8 %	18 875
Monteurs et contrôleurs de matériel mécanique, électrique et électronique (CNP 9420)	64,9 %	29,8 %	13 805
Manœuvres dans la transformation, la fabrication et les services d'utilité publique (CNP 9510)	74,3 %	18,7 %	65 065
Groupes de professions associés au secteur manufacturier électronique québécois	**74,1 %**	**20,9 %**	**304 370**
Ensemble des professions du Québec	**80,9 %**	**16,4 %**	**4 320 010**

Source : Statistique Canada. Tableau 98-10-0585-01 Statistiques du revenu d'emploi selon le sous-groupe des professions, le statut d'immigrant et la période d'immigration, le plus haut niveau de scolarité, le travail pendant l'année de référence, l'âge et le genre : Canada, pprovinces et territoires

La figure 2 présente les l'évolution du nombre de travailleurs salariés dans l'industrie de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) au cours du dernier quinquennat. Soulignons que ces données comprennent les travailleurs salariés de la fabrication et reproduction de supports magnétiques et optiques (SCIAN 3346) et de la fabrication d'instruments de navigation et d'appareils de guidage (SCIAN 334511), qui sont exclus de la présente étude.

Le nombre de travailleurs salariés en fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) a augmenté de 84,6 % (+ 8 765 travailleurs) entre le premier trimestre de 2018 et le dernier trimestre de 2022, passant de 10 360 à 19 125 travailleurs. Cependant, cette croissance a été instable et inconstante. Effectivement, entre le premier trimestre de 2018 et le deuxième trimestre de 2019, le nombre de travailleurs salariés a augmenté de façon importante (+ 74,9 % ou 7 760 travailleurs), passant de 10 360 à 18 120 travailleurs en un an et demi. Toutefois, le nombre de travailleurs a commencé à diminuer drastiquement à partir du troisième trimestre de 2019, pour atteindre 11 390 travailleurs au deuxième trimestre de 2021. Cela représente une chute de 6 730 travailleurs entre le deuxième trimestre de 2019 et le deuxième trimestre de 2021, soit − 37,1 % en deux ans. Par la suite, le nombre de travailleurs du secteur a recommencé à croitre pour atteindre 19 125 travailleurs au quatrième trimestre de 2022. Cela représente une hausse de 67,9 % du nombre de travailleurs entre le deuxième trimestre de 2021 et le quatrième trimestre de 2022. Soulignons que les données du sondage (tableau 18) montrent que deux fois

plus d'entreprises ont procédé à des embauches de personnel au cours des dernières années que d'entreprises qui ont licencié des travailleurs. Ainsi, malgré les importantes perturbations économiques connues au cours des dernières années, le secteur manufacturier électronique québécois a pu assurer une croissance du nombre d'emplois entre le premier trimestre de 2018 et le dernier de 2022.



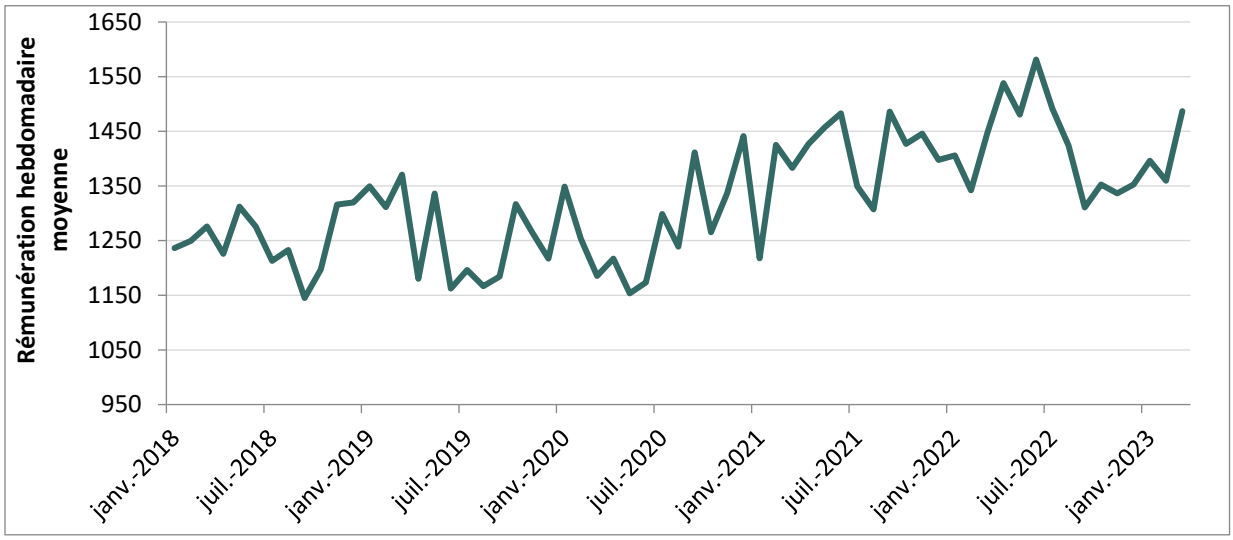
Source : Statistique Canada. Tableau 14-10-0326-01 Postes vacants, employés salariés, taux de postes vacants et moyenne du salaire horaire offert selon le secteur de l'industrie, données trimestrielles non désaisonnalisées

Figure 2 Évolution du nombre d'employés salariés du secteur de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), au Québec

La figure 3 illustre l'évolution de la rémunération hebdomadaire moyenne des travailleurs dans l'industrie de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) au cours du dernier quinquennat. Comme dans la figure 2, ces données comprennent les données concernant les travailleurs de la fabrication et reproduction de supports magnétiques et optiques (SCIAN 3346) et de la fabrication d'instruments de navigation et d'appareils de guidage (SCIAN 334511), qui sont exclus du cadre de la présente étude.

Bien que la valeur de la rémunération hebdomadaire moyenne au cours d'une année varie beaucoup, elle a généralement augmenté au cours des cinq dernières années. Entre janvier 2018 et mars 2023, la rémunération hebdomadaire moyenne a augmenté de 20,3 % au total, représentant une hausse de 250,69 $ par semaine. La rémunération hebdomadaire moyenne des travailleurs s'est maintenue entre 1 150 $ et 1 350 $ de 2018 à la fin de 2020. Puis, elle a commencé à croitre de façon plus significative vers la fin de 2020 et au début de 2021, ce qui est similaire aux fluctuations du niveau d'inflation au Québec au cours de ces années[24]. En cette période de forte inflation et de manque de main-d'œuvre, il semble que les employeurs du secteur suivent les tendances de l'inflation pour les salaires qu'ils offrent à leurs employés, ce qui est une stratégie de plus en plus utilisée par les employeurs pour favoriser la rétention des employés.

[24] Indice des prix à la consommation (IPC), indice d'ensemble, Canada, Québec, RMR de Montréal et RMR de Québec, données mensuelles non désaisonnalisées (2002=100) (quebec.ca)



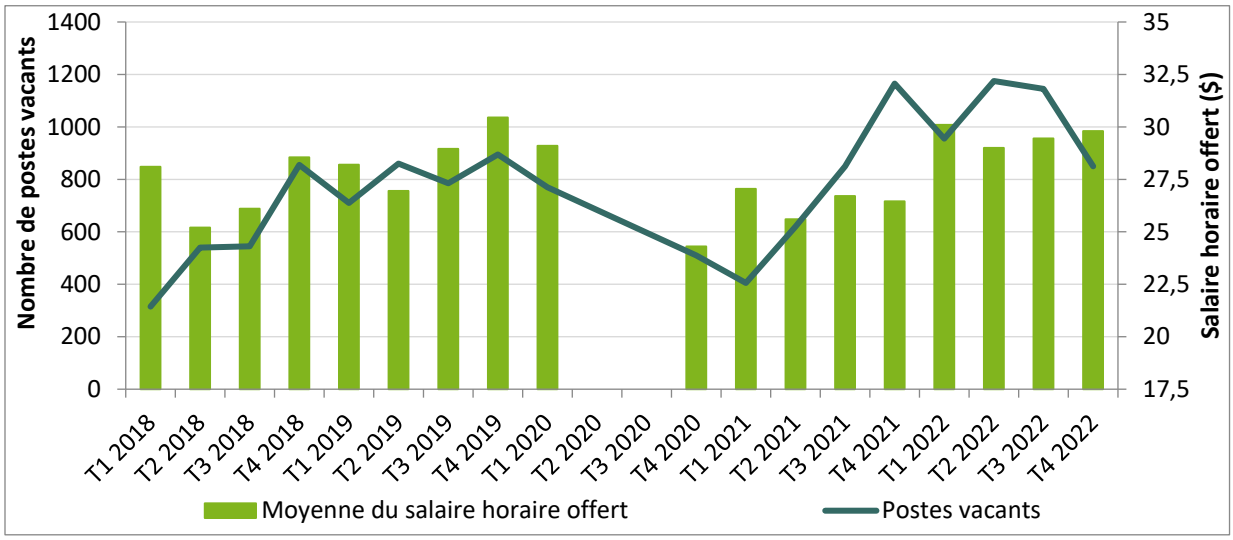
Source : Statistique Canada. Tableau 14-10-0203-01 Rémunération hebdomadaire moyenne selon l'industrie, données mensuelles non désaisonnalisées

Figure 3 Évolution de la rémunération hebdomadaire moyenne du secteur de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), au Québec

La figure 4 illustre l'évolution du nombre de postes vacants et du salaire horaire offert pour ces postes vacants dans l'industrie de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) au cours du dernier quinquennat. Comme dans les figures 2 et 3, ces données comprennent les informations concernant les travailleurs de la fabrication et reproduction de supports magnétiques et optiques (SCIAN 3346) et de la fabrication d'instruments de navigation et d'appareils de guidage (SCIAN 334511), qui sont exclus du cadre de la présente étude.

Le nombre de postes vacants et les salaires horaires liés à ceux-ci étaient en croissance en 2018 et 2019, puis ils ont diminué de façon importante au cours de 2020. Cette diminution de la demande de main-d'œuvre peut possiblement être liée, en partie, à la fermeture temporaire de plusieurs entreprises au cours de 2020, dans le cadre de mesures pour limiter la propagation de la COVID-19. La reprise économique, le manque de main-d'œuvre et l'inflation ont ainsi pu contribuer à l'augmentation du nombre de postes vacants de 109,9 % (+ 445) et à l'augmentation des salaires offerts de 10,2 % (+ 2,80 $/h) entre le premier trimestre de 2021 et le dernier trimestre de 2022.

De plus, quelques entreprises consultées lors des entrevues de fond ont indiqué qu'avant la pénurie de semi-conducteurs, elles avaient plusieurs postes vacants à combler, mais que l'arrivée de celle-ci a fait diminuer leurs besoins de main-d'œuvre. Elles ont donc éliminé des postes vacants, ce qui a pu contribuer à la baisse observée à la figure 4.



Source : Statistique Canada. Tableau 14-10-0326-01 Postes vacants, employés salariés, taux de postes vacants et moyenne du salaire horaire offert selon le secteur de l'industrie, données trimestrielles non désaisonnalisées

Figure 4 Évolution du nombre de postes vacants et du salaire horaire offert dans le secteur de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334), au Québec

Ainsi, en ce qui concerne la main-d'œuvre du secteur manufacturier électronique québécois, la situation observée indique que le secteur se montre résiliant face aux grandes perturbations rencontrées au cours des dernières années : le taux de chômage est faible, le nombre d'emplois a augmenté et la rémunération des travailleurs aussi. Toutefois, des actions seraient à mettre en place au cours des prochaines années pour que la proportion de femmes dans ce secteur soit plus près de la parité et pour que la quantité de jeunes travailleurs augmente de façon suffisante pour assurer une relève à la main-d'œuvre qui partira à la retraite au cours des prochaines années.

2.3 Environnement économique

L'industrie de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) a généré un PIB de 1 436,1 M$ en 2022, ce qui en fait un secteur important dans l'économie de la province québécoise. En effet, cela représente 0,4 % du PIB généré au Québec par l'ensemble des secteurs d'activité économique (391 189,1 M$)[25].

Entre 2010 et 2022, le PIB de la fabrication de produits informatiques et électroniques (SCIAN 334) a diminué de 11,4 %, passant de 1,62 G$ en 2010 à 1,44 G$ en 2022[26]. La figure 5 montre l'évolution du PIB de chacun des sous-secteurs qui la composent.

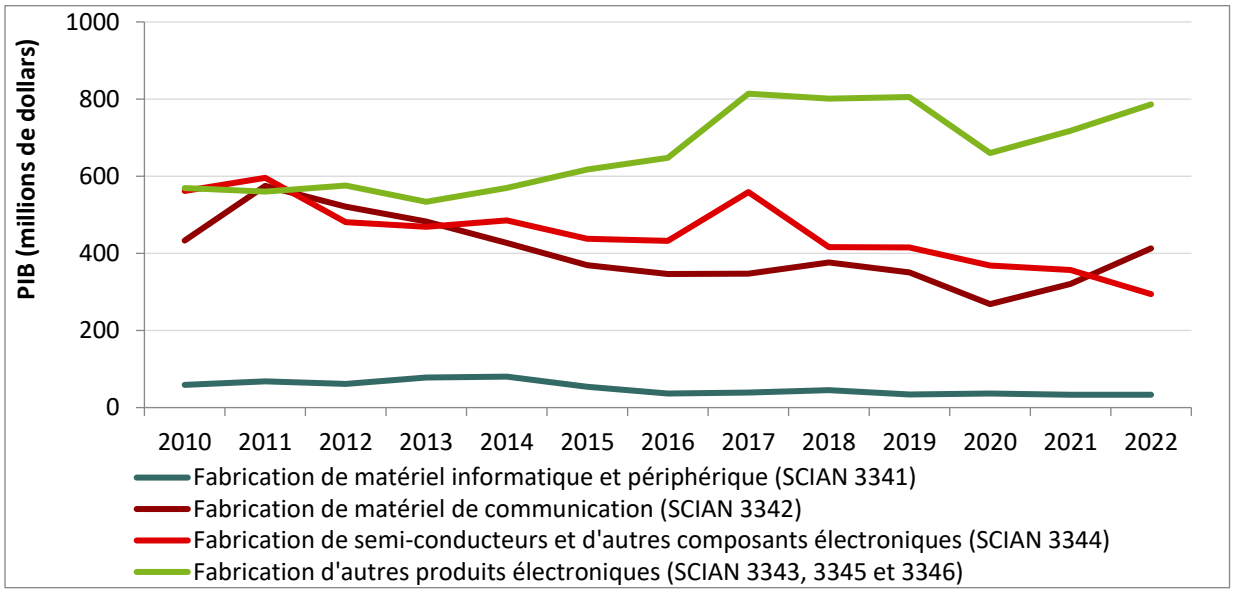
[25] Statistique Canada. Tableau 36-10-0402-01 Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base, par industries, provinces et territoires (x 1 000 000)

[26] *Ibid.*

Le PIB des sous-secteurs de la fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341) et de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344) a diminué de façon importante depuis 2010. Effectivement, le PIB de la fabrication de matériel informatique et périphérique a diminué de 43,6 %, passant de 59 M$ en 2010 à 33,3 M$ en 2022, et celui de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques a chuté de 47,6 %, passant de 561,8 M$ en 2010 à 294,2 M$ en 2022.

Concernant le sous-secteur de la fabrication de matériel de communication, son PIB a beaucoup varié au cours des dernières années, se soldant par une variation totale de − 4,6 % entre 2010 et 2022, ce qui représente une diminution de 20,1 M$. Entre 2010 et 2011, le PIB de ce sous-secteur avait augmenté de 141,9 M$, ce qui est une augmentation considérable en un an. Toutefois, entre 2011 et 2020, son PIB était en décroissance, passant de 575 M$ à 268,4 M$ (− 53,3 %). Puis, il a à nouveau augmenté de 144,6 M$ (+ 53,9 %) entre 2020 et 2022, passant de 268,4 M$ à 413 M$.

Le sous-secteur de la fabrication d'autres produits électroniques, qui comprend, entre autres, les sous-secteurs de la fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343) et de la fabrication d'instruments de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 334512), est le seul qui a connu une variation positive de son PIB entre 2010 et 2022. Le PIB de ce sous-secteur a effectivement augmenté de 217 M$ au cours de cette période (+ 38,1 %). La croissance du PIB de ce sous-secteur est possiblement liée en partie à la croissance du nombre d'entreprises en fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343) au cours des dernières années, illustrée à la figure 1, et à la quantité de ventes enregistrées par le secteur de la fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux (SCIAN 3345), illustrée à la figure 5.



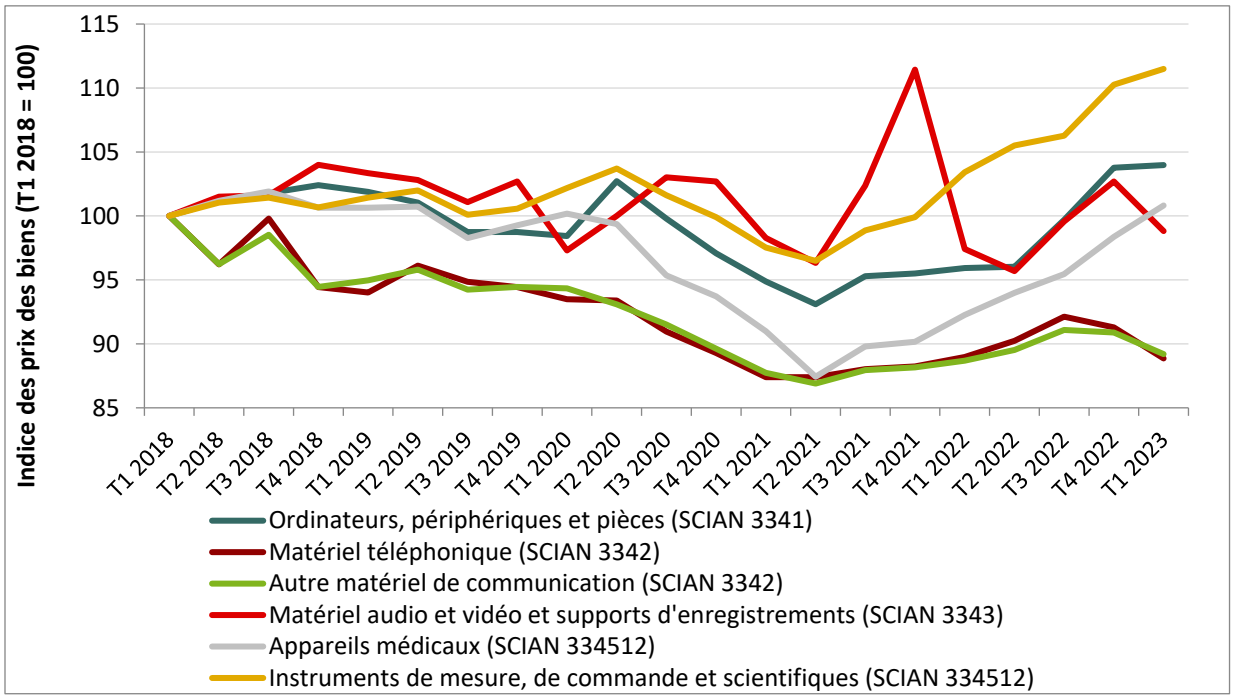
Source : Statistique Canada. Tableau 36-10-0402-01 Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base, par industries, provinces et territoires (x 1 000 000)

Figure 5 Évolution du PIB des sous-secteurs de la fabrication électronique, au Québec

La figure 6 illustre l'évolution de l'indice du prix des biens produits dans le secteur manufacturier électronique au Québec au cours du dernier quinquennat.

Une tendance claire s'est installée au début de l'année 2020 dans l'indice de prix des biens de la figure 6. Du deuxième trimestre de 2020 au deuxième trimestre de 2021, l'indice des prix de tous les groupes de biens (excluant matériel audio et vidéo, et des supports d'enregistrement) a diminué d'au moins 5 %. Puis, à partir du troisième trimestre de 2021, l'indice des prix de ces biens a recommencé à augmenter. Ces tendances suivent de près l'inflation, qui a descendu sous la cible de 2 % en mars 2020 et qui est restée sous ce seuil jusqu'à février 2021, pour ensuite augmenter de façon fulgurante jusqu'à atteindre 8 % d'inflation en juin 2022. À partir de juillet 2022, le taux d'inflation a commencé à diminuer[27]. Cette diminution est également retrouvée dans l'indice des prix du matériel téléphonique et d'autre matériel de communication entre le troisième trimestre de 2022 et le premier trimestre de 2023.

Quant à la courbe d'évolution de l'indice des prix du matériel audio et vidéo et des supports d'enregistrement, qui est associée au code SCIAN 3343, elle est de loin la plus erratique et se démarque des autres courbes. La croissance importante du prix des biens en 2021, suivie de la chute de celui-ci en 2022, ne se retrouve pas dans l'évolution du prix des autres groupes de biens.



Source : Statistique Canada. Tableau 18-10-0269-01 Indice des prix des machines et du matériel, selon le produit, trimestriel

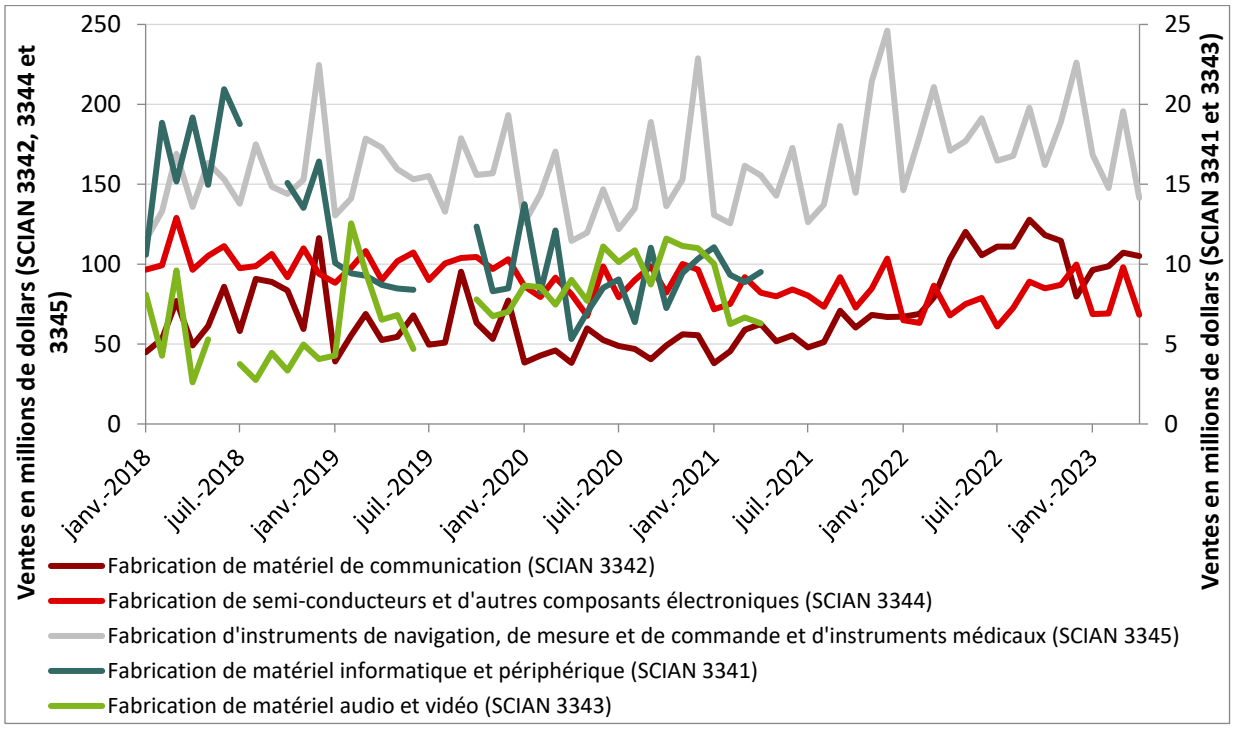
Figure 6 Évolution de l'indice des prix des biens produits dans les sous-secteurs de la fabrication électronique, au Canada

[27] Indice des prix à la consommation (IPC), indice d'ensemble, Canada, Québec, RMR de Montréal et RMR de Québec, données mensuelles non désaisonnalisées (2002=100) (quebec.ca)

La figure 7 montre l'évolution des ventes réalisées par les différents sous-secteurs à l'étude entre janvier 2018 et avril 2023. Toutefois, les données des sous-secteurs de la fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343) et de la fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341) sont seulement disponibles jusqu'à mai 2021. Au cours de cette période, les ventes de la fabrication de matériel informatique et périphérique suivaient une tendance générale à la baisse, alors que les ventes de la fabrication de matériel audio et vidéo suivaient une tendance générale à la hausse.

Bien que les ventes varient beaucoup à l'intérieur d'une même année, elles suivaient une tendance générale à la hausse pour les sous-secteurs de la fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342 ; + 134 %) et de la fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux (SCIAN 3345 ; + 22,7 %) entre janvier 2018 et avril 2023. Les ventes de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344) étaient toutefois en baisse au cours de cette période (− 29,3 %).

Chaque année, un pic de ventes est observé aux mois de mars, juin, septembre et décembre dans le sous-secteur de la fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux. C'est d'ailleurs ce sous-secteur (SCIAN 3345) qui enregistre les plus grands montants de ventes, ce qui peut expliquer en partie que le PIB de la fabrication d'autres produits électroniques, à la figure 5, soit aussi élevé, comparativement aux autres sous-secteurs.



Source : Statistique Canada. Tableau 16-10-0048-01 Ventes pour les industries manufacturières selon l'industrie et province, données mensuelles (dollars sauf indication contraire) (x 1 000)

Figure 7 Évolution des ventes de biens fabriqués des sous-secteurs de la fabrication électronique, au Québec

Les revenus et dépenses des sous-secteurs à l'étude, au cours des cinq dernières années disponibles, sont présentés au tableau 13. Il y a peu de données pour les sous-secteurs de la fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341) et de la fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343). Pour les autres sous-secteurs qui ont plus de données disponibles, les revenus surpassent les dépenses, engendrant des profits. Les revenus et dépenses des sous-secteurs de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344) et de la fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux (SCIAN 3345) surpassent le milliard de dollars. D'ailleurs, le sous-secteur de la fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux est celui qui engendre les revenus les plus importants, tandis que le sous-secteur de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques est celui qui produit les plus grandes marges bénéficiaires.

Tableau 13 Revenus et dépenses du secteur manufacturier électronique québécois par année et sous-secteur

Secteur		2017	2018	2019	2020	2021
Fabrication de matériel informatique et périphérique (SCIAN 3341)	Revenus (M$)	127,4		111,2		162,5
	Dépenses (M$)	145,5		111,2		
	Profits (M$)	−18,1		−0,016		
	Marge bénéficiaire					
Fabrication de matériel de communication (SCIAN 3342)	Revenus (M$)	718,9		737,7	618,0	770,9
	Dépenses (M$)	632,4	665,6	712,1	571,9	744,6
	Profits (M$)	86,5		25,6	46,0	26,3
	Marge bénéficiaire	12,0 %		3,5 %	7,5 %	3,4 %
Fabrication de matériel audio et vidéo (SCIAN 3343)	Revenus (M$)	44,8		51,2		
	Dépenses (M$)	37,7			71,9	
	Profits (M$)	7,1				
	Marge bénéficiaire	15,8 %				
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques (SCIAN 3344)	Revenus (M$)	1 552,1	1 240,1	1 342,4	1 328,5	1 473,6
	Dépenses (M$)	1 265,9	1 143,6	1 146,2	1 099,4	1 269,2
	Profits (M$)	286,2	96,4	196,2	229,0	204,4
	Marge bénéficiaire	18,4 %	7,8 %	14,6 %	17,2 %	13,9 %
Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux (SCIAN 3345)	Revenus (M$)	1 906,8	1 841,8	1 881,9	1 826,0	1 871,6
	Dépenses (M$)	1 713,5	1 697,6	1 678,3	1 664,5	1 751,7
	Profits (M$)	193,3	144,2	203,6	161,5	119,9
	Marge bénéficiaire	10,1 %	7,8 %	10,8 %	8,8 %	6,4 %

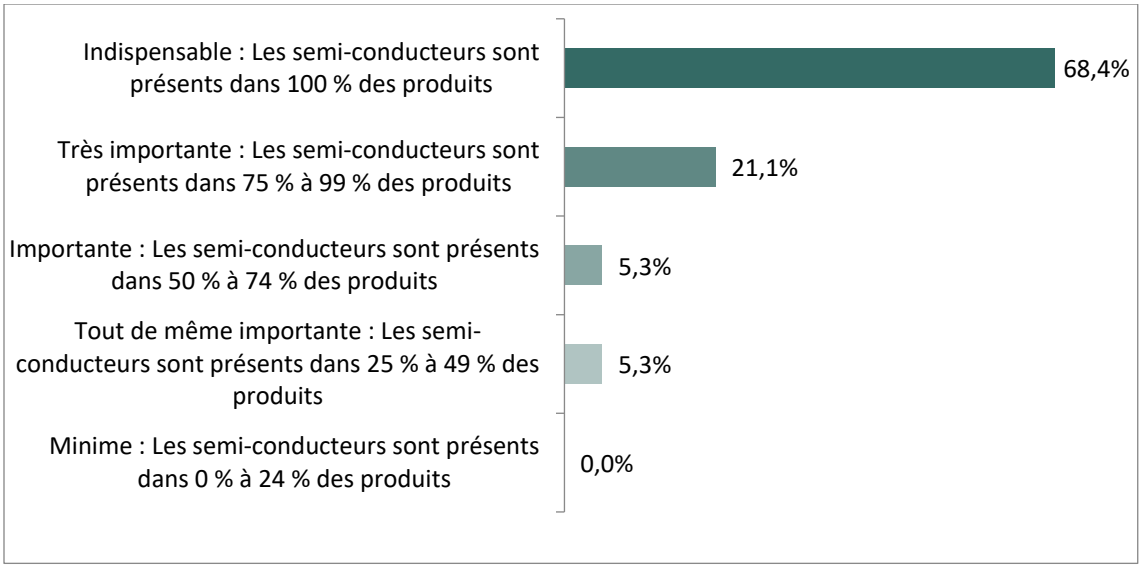
Source : Statistique Canada. Tableau 16-10-0117-01 Statistiques principales pour les industries manufacturières, selon le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) (x 1 000)

Bref, le secteur manufacturier électronique québécois a connu beaucoup de fluctuations dans ses ventes, revenus, dépenses et prix des biens produits. Le PIB de l'ensemble du secteur a diminué au cours de la dernière décennie, et les secteurs de la fabrication de matériel informatique et périphérique, de la fabrication de matériel de communication et de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques sont ceux qui ont été les plus affectés négativement.

2.4 Utilisation des semi-conducteurs

L'utilisation des semi-conducteurs dans le secteur manufacturier électronique québécois diffère d'une entreprise à l'autre. Certaines entreprises en produisent, d'autres les utilisent dans leurs procédés de fabrication et d'autres font seulement de l'assemblage de plaquettes électroniques. Certaines les utilisent pour créer des biens intermédiaires, des biens finaux ou les deux. Certaines entreprises incluent des semi-conducteurs dans tous les biens qu'elles produisent, alors que d'autres n'en ajoutent que dans une partie de leur gamme de biens produits.

La figure 8 illustre l'importance des semi-conducteurs dans la chaine de production des entreprises sondées. La majorité des biens produits contiennent des semi-conducteurs dans 95 % des entreprises sondées. En effet, près de 70 % des entreprises indiquent produire uniquement des biens qui contiennent des semi-conducteurs, suivi d'une entreprise sur cinq dont la production comprend 75 % à 99 % de biens contenant des semi-conducteurs et d'une entreprise sur vingt dont la production comprend 50 % à 74 % de biens contenant des semi-conducteurs.

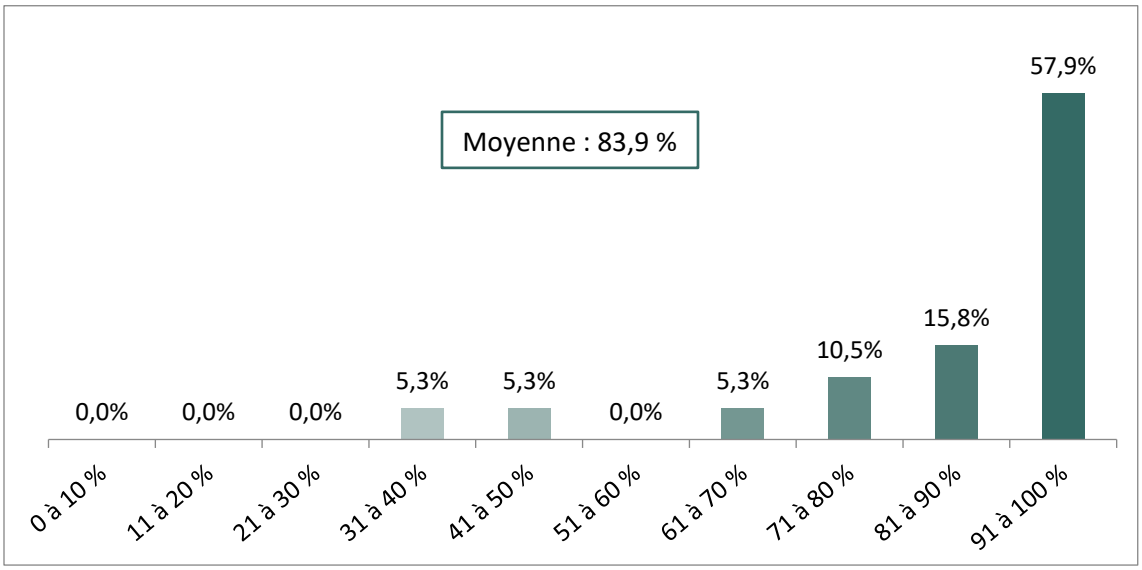


Source : Données du sondage en ligne

Figure 8 Importance des semi-conducteurs dans la chaine de production des entreprises sondées

Toujours dans les entreprises sondées, il y a en moyenne 83,9 % des recettes qui sont générées par la production de biens contenant des semi-conducteurs. Près de 60 % des entreprises indiquent que la quasi-totalité de leurs recettes est issue de la production de tels biens.

Soulignons que, lors des entrevues de fond, les entreprises ont indiqué qu'elles réalisent d'autres activités, en plus de la fabrication électronique. Plusieurs d'entre elles font de la conception, de l'ingénierie, de la recherche et développement, de l'accompagnement pour leurs clients ou d'autres activités. Il est donc possible qu'une partie des recettes des entreprises provienne de ces autres activités. C'est pourquoi la proportion d'entreprises dont la totalité des recettes provient de la fabrication de biens contenant des semi-conducteurs est inférieure à la proportion d'entreprises dont 100 % des biens produits contiennent des semi-conducteurs.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 9 Proportion des recettes générées par la production de biens contenant des semi-conducteurs dans les entreprises sondées

Les deux entreprises qui produisent des semi-conducteurs, en plus d'en utiliser, ont indiqué que 41 % à 50 % de leurs recettes sont générées par la production de semi-conducteurs.

2.5 Tendances

L'industrie des puces électroniques se développe à une rapidité inégalée. Par exemple, les puces électroniques doubleraient en complexité tous les ans et demi[28]. Par ailleurs, dans les 50 dernières années, le développement technologique en matière de semi-conducteurs a rendu les appareils électroniques plus petits, mais aussi plus rapides et plus fiables. Par exemple, dans les années 1980, un téléphone portable pesait 2 lb et une recharge permettait de l'utiliser pendant seulement 30 minutes[29].

Toutefois, une des entreprises consultées dans le cadre des entrevues de fond a mentionné que la célèbre loi de Moore, qui affirme que « le nombre de transistors que peut comporter une puce [électronique] double tous les dix-huit mois, augmentant dans la même proportion la capacité de traitement du microprocesseur qu'elle supporte »[30], risque de ne plus être véridique. L'entreprise prévoit que la limite de cette loi est sur le point d'être atteinte et qu'un plateau dans le développement des puces approche.

Le tableau 14 présente les changements observés par les entreprises sondées au cours de la dernière décennie dans les semi-conducteurs et leur utilisation.

[28] Pénurie de semi-conducteurs | De petites puces, mais de gros problèmes | La Presse
[29] About Semiconductors | SIA | Semiconductor Industry Association
[30] loi de Moore | GDT (gouv.qc.ca)

Tableau 14 Perception de l'évolution des semi-conducteurs au cours des 10 dernières années, selon les entreprises sondées

Évolution observée	Proportion
Les semi-conducteurs sont devenus plus performants	94,7 %
La taille des semi-conducteurs utilisés a été réduite	78,9 %
Les semi-conducteurs permettent maintenant à une seule composante d'effectuer les fonctionnalités qui étaient effectuées par plusieurs composantes auparavant	73,7 %
Les semi-conducteurs ont été intégrés en plus grand nombre dans des produits en contenant déjà	50,0 %
Les équipements utilisés pour manipuler les semi-conducteurs ont dû être changés pour s'adapter à la nature plus délicate des semi-conducteurs	42,1 %
Les semi-conducteurs ont été intégrés à des produits n'en contenant pas auparavant	34,2 %
Les SiP (*System in a Package* ou *Multi-Chip Module*) sont devenus plus courants	26,3 %
Les normes de qualité en matière de semi-conducteurs sont devenues plus restrictives	21,1 %
La durée de vie des semi-conducteurs s'est allongée	10,5 %
Autre	2,6 %

Source : Données du sondage en ligne

Les changements qui ressortent le plus chez les entreprises sondées sont la croissance de la performance des semi-conducteurs (94,7 %), la réduction de la taille de ceux-ci (78,9 %) et la réduction de la quantité de semi-conducteurs nécessaires au fonctionnement d'un produit (73,7 %). La moitié des entreprises consultées dans le cadre des entrevues de fond ont souligné que le plus grand changement qui s'est produit dans le secteur au cours des dernières années est la miniaturisation des semi-conducteurs et que celle-ci devrait se poursuivre au cours de la prochaine décennie. Les composants électroniques sont effectivement de plus en plus petits, mais leur puissance continue de s'améliorer[31]. D'ailleurs, deux répondants sur cinq (42,1 %) ont observé que les équipements utilisés pour manipuler les semi-conducteurs ont évolué dans les dernières années pour s'adapter à la nature plus délicate de ceux-ci. Les entreprises consultées lors des entrevues de fond ont aussi affirmé croire que les méthodes d'assemblage et les appareils utilisés seront portés à se développer encore au cours des prochaines années.

Le répondant ayant sélectionné la catégorie « autre » a mentionné que ce qui a changé dans son entreprise dans les 10 dernières années est l'utilisation de composants électroniques déjà munis de semi-conducteurs au lieu de la fabrication des cartes par elle-même. Il s'agit donc d'un changement dans les procédés de l'entreprise plutôt que d'un changement dans les semi-conducteurs et leur utilisation. L'une des entreprises interviewées a également souligné ce point, indiquant que la miniaturisation des pièces utilisées nécessitait d'importants investissements en équipements pour continuer l'assemblage de plaquettes électroniques à l'interne. L'entreprise a donc préféré ne pas renouveler ses équipements et plutôt faire produire ses plaquettes électroniques par une autre entreprise en sous-traitance.

[31] Diagnostic-sectoriel-2019_PDF.pdf (elexpertise.qc.ca)

De plus, la moitié (50 %) des répondants ont remarqué une présence accrue de semi-conducteurs dans des objets qui en contenaient déjà. Le tiers (34,2 %) des entreprises ont aussi souligné le fait que les semi-conducteurs sont maintenant présents dans des objets qui n'en contenaient pas auparavant. Effectivement, les semi-conducteurs sont maintenant essentiels aux activités de la vie quotidienne. Ils sont présents dans les outils de travail comme les ordinateurs et les téléphones cellulaires, mais aussi dans les voitures, les machines à laver, les jeux vidéos, les radios, les appareils médicaux, etc.[32, 33] Les semi-conducteurs sont également un élément essentiel à l'économie, à la sécurité nationale et aux intérêts technologiques du Canada[34]. L'une des entreprises interviewées a mentionné que le développement de l'Internet des objets (*Internet of Things*, IoT), soit l'ajout de composantes électroniques à des objets qui n'en contenaient pas avant, a fait augmenter leurs besoins en programmation, en développement de logiciels et en cybersécurité.

De plus, plus du quart (26,3 %) des entreprises ont indiqué que les changements dans les techniques d'assemblage des pièces, aussi connu dans le secteur comme l'*advanced packaging*, a été un gros développement dans les dernières années. Des techniques ont été développées pour inclure plus de composantes dans un même espace, et pour créer des produits plus complexes et plus efficaces. Selon l'une des entreprises interviewées, les téléphones cellulaires en sont un bon exemple. Dans les 10 à 15 dernières années, ils sont devenus plus performants et ont plus de mémoire, alors que leur taille est demeurée la même ou a parfois été réduite.

Une entreprise sur cinq (21,1 %) indique que les normes de qualité en matière de semi-conducteurs sont devenues plus restrictives avec les années. Concernant les normes de qualité, les entreprises interviewées dans le cadre des entrevues de fond étaient questionnées sur les normes et certifications applicables au secteur manufacturier électronique. Voici celles qui ont été répertoriées :

- La certification CSA démontre la conformité des produits et des processus de production aux normes de qualité et de sécurité du secteur[35].
- La norme IPC-A-610 représente un standard d'inspection en électronique pour l'assemblage de circuits imprimés[36].
- La norme IPC/WHMA-A-620 représente un standard important dans les procédures, les matériaux et les inspections dans le domaine des câbles et faisceaux de fils[37].
- Les normes SAE sont de mise pour les entreprises qui fabriquent des composantes électroniques pour les secteurs de l'aérospatiale, des automobiles et autres véhicules, et d'autres secteurs divers[38] .
- La norme ISO/TS 16949 détermine les exigences de conception, de développement, de production et de prestation de services dans les produits du secteur automobile[39].
- La norme ISO 9000 détermine les concepts fondamentaux du management de la qualité pour les entreprises qui désirent fournir des biens et services conformes aux exigences de qualité, entre autres[40].

[32] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[33] About Semiconductors | SIA | Semiconductor Industry Association
[34] Le défi Approvisionnement en semi-conducteurs - Fonds stratégique pour l'innovation (ic.gc.ca)
[35] Certification - CSA Group
[36] IPC Certifications | IPC International, Inc.
[37] *Ibid.*
[38] SAE ® Normes américaines Normes (normadoc.com)
[39] ISO/TS 16949:2009 - Systèmes de management de la qualité — Exigences particulières pour l'application de l'ISO 9001:2008 pour la production de série et de pièces de rechange dans l'industrie automobile
[40] ISO 9000:2015 - Systèmes de management de la qualité — Principes essentiels et vocabulaire

- La norme ISO 14001 spécifie les exigences nécessaires à un système de management environnemental pour les organismes voulant améliorer leur performance environnementale[41].
- La norme ISO 50001 propose des modalités pratiques visant la mise en place d'un système de management de l'énergie pour réduire la consommation d'énergie[42].
- La norme ISO/IEC 27000 spécifie les exigences relatives aux systèmes de management de la sécurité des informations pour assurer la sécurité des informations sensibles[43].

Il ressort des entrevues de fond que toutes les entreprises ont certains critères de qualité fixés à l'interne, que ce soit sur le plan des tests et essais effectués, de la qualification des pièces utilisées (ex. : pièces authentiques, *date code* récent seulement, etc.), des règles de manipulation et d'installation, ou au niveau de l'ingénierie. Plusieurs entreprises ont mentionné qu'aucun client ou organisation ne leur exige de détenir une certification particulière. Les entreprises qui doivent détenir de telles certifications produisent généralement des biens pour les secteurs médical, de l'automobile, de l'aérospatiale, et autres secteurs où la qualité des procédures et des pièces utilisées peut avoir un impact sur la vie des utilisateurs du produit final.

Concernant l'évolution future des semi-conducteurs, tous les répondants (n = 38) au sondage en ligne ont mentionné croire que l'utilisation des semi-conducteurs sera portée à croitre au cours des 10 prochaines années. Les causes de cette augmentation anticipée sont présentées au tableau de la page suivante.

Les répondants qui ont sélectionné la catégorie « autre » croient que l'Internet des objets (IoT ; n = 2), l'automatisation (n = 1) ou la robotisation (n = 1) dans différents secteurs d'activité économique feront augmenter l'utilisation des semi-conducteurs au cours de la prochaine décennie. L'IoT a été également mentionné lors des entrevues de fond comme un élément qui continuera de faire augmenter la demande de semi-conducteurs au cours des prochaines années.

Tableau 15 Causes de l'augmentation anticipée de l'utilisation des semi-conducteurs au cours des 10 prochaines années, selon les entreprises sondées (n = 38)

Causes	Proportion
L'augmentation de la demande de biens contenant des semi-conducteurs	89,5 %
La diversification des produits contenant des semi-conducteurs	73,7 %
Le remplacement des appareils électroniques sur une courte période (ex. : préférence des consommateurs pour les appareils dernier cri, possible obsolescence programmée, etc.)	73,7 %
La croissance de la population utilisant des appareils électroniques	68,4 %
L'augmentation de l'utilisation de SiP (*System in a Package* ou *Multi-Chip Module*)	36,8 %
Autre	5,3 %

Source : Données du sondage en ligne

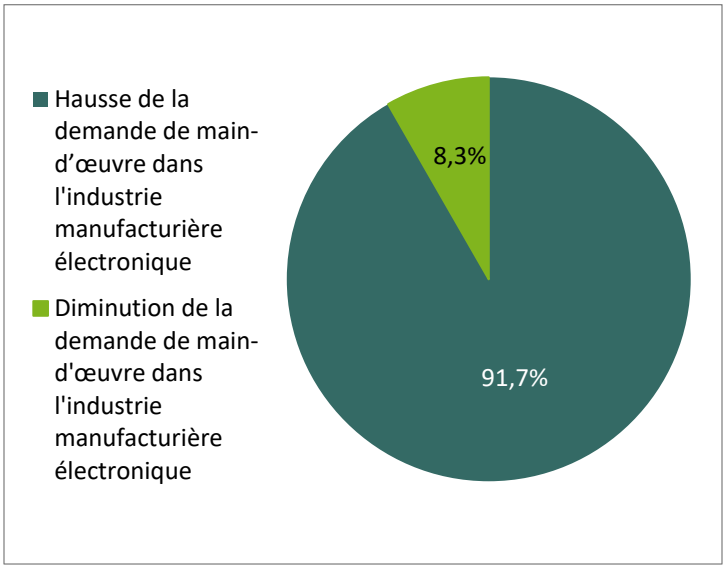
[41] ISO 14001:2015 - Systèmes de management environnemental — Exigences et lignes directrices pour son utilisation
[42] ISO - ISO 50001 — Management de l'énergie
[43] ISO - La famille ISO/IEC 27000 — Management de la sécurité de l'information

La majorité des entreprises sondées sont d'avis que les facteurs qui influenceront le plus l'utilisation des semi-conducteurs au cours des prochaines années sont l'augmentation de la demande des biens électroniques (89,5 %), la présence d'une plus grande gamme de produits électroniques (73,7 %), le remplacement hâtif des appareils électroniques de la part des consommateurs (73,7 %) et la croissance de la population, donc du nombre de personnes qui utilisent des appareils électroniques (68,4 %). Il est aussi anticipé que l'électrification des transports augmentera la demande de composants électroniques, dont les semi-conducteurs, dans la production des véhicules et des bornes de recharge, entre autres[44].

De plus, les entreprises interviewées anticipent pour la prochaine décennie que les produits électroniques continueront à se complexifier, que les composantes continueront de se miniaturiser et à devenir plus puissantes, et que l'utilisation de composantes optiques augmentera pour favoriser la rapidité d'échange de données entre les différentes composantes électroniques.

L'une des entreprises interviewées croit que les normes environnementales prendront plus de place dans le secteur, en mettant l'accent sur le recyclage des appareils électroniques et leurs composantes, sur l'utilisation de l'eau dans les procédés de fabrication, sur l'importance d'un approvisionnement éthique et vert en matières premières, etc.

Ce sont 63,2 % des entreprises sondées qui pensent que l'augmentation de l'utilisation des semi-conducteurs au cours des prochaines années aura un impact sur la demande de main-d'œuvre, alors que 21,1 % (n = 8) pensent que cela ne changera pas la demande de main-d'œuvre. La quasi-totalité (91,7 % ; des entreprises qui pensent que l'augmentation de l'utilisation des semi-conducteurs aura un impact sur la main-d'œuvre anticipent que celle-ci générera une hausse pour la demande de main-d'œuvre qualifiée dans les années à venir (figure 10).



Source : Données du sondage en ligne

Figure 10 Variation anticipée de la demande de main-d'œuvre dans le secteur, selon les entreprises sondées

[44] Diagnostic-sectoriel-2019_PDF.pdf (elexpertise.qc.ca)

Toutefois, plusieurs entreprises du secteur anticipent que l'automatisation des procédés de fabrication sera davantage développée pour être en mesure de faire concurrence aux entreprises asiatiques qui peuvent réaliser de grands volumes de production rapidement sans en réduire la qualité, ce qui pouvait autrefois être leur point faible. Déjà en 2019, les entreprises du secteur manufacturier électronique québécois indiquaient que la concurrence étrangère dans le domaine exerçait des pressions à la baisse sur le cout de la production, ce qui peut parfois nuire à la qualité des biens produits en Amérique du Nord. L'automatisation des procédés pourrait donc permettre de travailler mieux, plus rapidement et à moindres couts[45]. Le développement de procédés automatisés pourra aussi compenser une partie de ces besoins de main-d'œuvre parfois difficile à combler.

Investissements en production

Actuellement, de nombreux investissements sont faits à travers le monde en réponse à la pénurie de semi-conducteurs et pour solidifier la chaine de production de ces derniers. D'ailleurs, la quasi-totalité des entreprises consultées dans le cadre des entrevues de fond que la solution pour stabiliser le marché des semi-conducteurs serait qu'il y ait des investissements en Occident pour développer le secteur de la fabrication de semi-conducteurs, et ainsi être moins dépendant des fabricants de semi-conducteurs principalement présents en Asie. Les fabricants asiatiques ont développé avec les années une expertise en la matière qui serait difficile à égaler[46]. Avoir un plus grand nombre d'entreprises dans la fabrication de semi-conducteurs, répartis davantage à travers le globe, permettrait de limiter les risques de pénurie[47].

En juin 2023, plusieurs experts canadiens de l'industrie des semi-conducteurs ont annoncé joindre leurs forces pour former SILICAN (*Semiconductor Industry Leadership and Innovation Canada Action Network*). Ce groupe travaillera auprès des gouvernements provinciaux et fédéraux pour développer un plan d'action qui tienne compte des priorités de l'industrie des semi-conducteurs. Les objectifs de ce plan sont que le Canada se taille une place de leadeur stratégique dans la chaine de valeur mondiale des semi-conducteurs et que les investissements dans ce secteur augmentent au Canada[48].

Le désir de développer plusieurs étapes de la production de semi-conducteurs en Amérique du Nord représente une opportunité importante pour le Canada de développer les secteurs de la recherche, des matériaux, de la conception et de la fabrication en matière de semi-conducteurs. Cela représente également une occasion pour créer un réseau d'entreprises compétitives à l'échelle internationale et stimuler l'investissement[49]. Le Canada désire « se positionner comme un fournisseur mondial essentiel de semi-conducteurs spécialisés […] » comme les capteurs et les systèmes micro-électromécaniques (MEMS), les semi-conducteurs composés et le conditionnement avancé[50].

Les États-Unis, la Corée du Sud et Taïwan, trois grands joueurs du secteur des semi-conducteurs, ont investi plusieurs milliards de dollars dans les dernières années dans le soutien et le développement de l'industrie des puces électroniques[51]. Par ailleurs, les compagnies étatsuniennes qui œuvrent dans le secteur des semi-conducteurs investissent chaque année environ le cinquième de leurs revenus en recherche et

[45] Diagnostic-sectoriel-2019_PDF.pdf (elexpertise.qc.ca)
[46] La planète économique | Pénurie de semi-conducteurs : la cavalerie est en route | La Presse
[47] Pénurie de semi-conducteurs | De petites puces, mais de gros problèmes | La Presse
[48] The Semiconductor Industry Leadership and Innovation Canada Action Network (silican.ca)
[49] *Ibid.*
[50] Le défi Approvisionnement en semi-conducteurs - Fonds stratégique pour l'innovation (ic.gc.ca)
[51] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)

développement[52]. Au Japon, en Chine, à Taïwan et aussi en Europe, de nombreux projets et investissements sont prévus pour développer la chaine de production de semi-conducteurs. Un total de 72 projets représentants plusieurs milliards de dollars en investissement sont prévus sur ces territoires[53].

La Commission européenne a aussi prévu des investissements de plusieurs milliards de dollars pour le secteur des semi-conducteurs, en plus d'une législation sur les semi-conducteurs. Le *Chips Act* vise l'élaboration d'une stratégie de recherche à l'échelle de l'Europe, le développement de la production de semi-conducteurs et la création de partenariats coopératifs internationaux[54]. Actuellement, la plus grande entreprise européenne dans le secteur des semi-conducteurs (ASML) se spécialise dans la production de machinerie complexe utilisée dans la production de puces électroniques. Ses machines sont utilisées par les plus grandes fonderies de Taïwan, de la Corée du Sud et de la Chine[55].

Les fonderies sont les établissements responsables de la fabrication des puces électroniques. Celles de Taïwan représentent 63 % du marché mondial des puces électroniques. Celles de la Corée du Sud représentent 18 % de ce marché, celles de la Chine en représentent 8 % et celles des Émirats arabes unis en représentent 6 %. L'Asie comprend donc plus de 89 % des parts du marché international de ce secteur[56].

Les États-Unis, quant à eux, sont principalement spécialisés dans la conception de puces électroniques et dans la construction de machinerie utilisée dans la production de semi-conducteurs. La compagnie américaine Intel, qui est l'un des plus grands fournisseurs de puces électroniques au monde et le plus grand joueur dans le secteur des microprocesseurs informatiques, s'occupe actuellement des étapes allant de la conception à la production. L'entreprise a annoncé au début de l'année 2021 vouloir investir 20 milliards de dollars pour faire construire deux fonderies. Elle compte faire compétition aux plus grandes entreprises de Taïwan et de la Corée du Sud[57]. De plus, le gouvernement américain a instauré une nouvelle loi en 2022 qui prévoit 52 milliards de dollars en subventions pour la production de semi-conducteurs aux États-Unis et plus de 10 milliards de dollars pour la recherche et le développement dans le domaine. Les objectifs de ces investissements sont de stimuler la production de semi-conducteurs aux États-Unis ainsi que la recherche et le développement, en plus de solidifier les chaines d'approvisionnement et la sécurité nationale du pays[58].

D'ailleurs, la Corée du Sud a annoncé la construction du plus grand centre de semi-conducteurs au monde, représentant des investissements d'une valeur de 320 milliards de dollars canadiens (300 000 milliards de wons), provenant d'investisseurs privés tel que Samsung Electronics. Ce projet devrait atteindre sa forme finale en 2042. De plus, la Corée du Sud prévoit d'importants investissements dans des technologies clés déjà bien importantes dans son économie, dont les puces électroniques, les batteries et les écrans[59].

[52] About Semiconductors | SIA | Semiconductor Industry Association
[53] La planète économique | Pénurie de semi-conducteurs : la cavalerie est en route | La Presse
[54] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[55] *Ibid.*
[56] *Ibid.*
[57] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[58] Le président américain signe la loi pour relancer la production de semi-conducteurs | Le Devoir
[59] Semi-conducteurs | La Corée du Sud va construire le plus grand centre de fabrication au monde | La Presse

La capacité mondiale de production de semi-conducteurs resterait irrégulière au cours des prochaines années, au moins jusqu'en 2026. Cela s'expliquerait, entre autres, par le fait que les fabricants de puces électroniques font face à des diminutions d'investissements, des ralentissements dans la croissance de leur production et une augmentation des délais de livraison des produits. En effet, la capacité de production mondiale de semi-conducteurs a augmenté d'en moyenne 7,6 % par année entre 2015 et 2022, mais devrait ralentir à 4,9 % par année entre 2022 et 2026[60].

Les délais de livraison de produits ne sont pas problématiques pour tous les types de semi-conducteurs. Les capteurs et les microcontrôleurs seraient les composantes pour lesquelles les délais de livraison seraient les plus problématiques, alors que l'offre de processeurs (*Central Processing Unit*, CPU), de mémoire vive dynamique (*Dynamic Random Access Memory*, DRAM), de mémoire Flash NAND et d'autres semi-conducteurs de mémoire surpasserait la demande[61].

À court terme, le prix des semi-conducteurs devrait donc continuer son ascension, ce qui entrainera, par le fait même, la hausse du prix de nombreux biens de la vie de tous les jours[62]. Cependant, les nombreux investissements annoncés à travers le globe en production de semi-conducteurs feront augmenter l'offre de semi-conducteurs. Si cette offre venait à surpasser la demande, le prix de semi-conducteurs pourrait diminuer[63].

Enjeux politiques

La situation géopolitique mondiale a également un impact sur le secteur des semi-conducteurs. L'industrie étant fortement concentrée en Asie, les conflits avec cette partie du globe peuvent affecter le bon fonctionnement de la chaine de production de semi-conducteurs à l'échelle mondiale.

Depuis plusieurs années, les États-Unis et la Chine sont engagés dans une rivalité commerciale dans laquelle le secteur des semi-conducteurs est un élément central. Les États-Unis dominent sur le plan de la propriété intellectuelle dans la conception de puces électroniques et mettent en place des mesures pour conserver cet avantage. Lorsque le président Trump était au pouvoir, « les États-Unis ont imposé des contrôles à l'exportation afin d'éviter que la propriété intellectuelle ou des équipements essentiels en lien avec les puces ne tombent aux mains de la Chine par l'intermédiaire de pays tiers[64] ». Les pressions que ces mesures ont mises sur la plus grande fonderie de Taïwan l'ont entrainée à arrêter de fournir la compagnie chinoise Huawei, son deuxième plus grand client, en puces électroniques. Des pressions similaires pèsent sur la compagnie ASML qui vend de sa machinerie à la plus grande fonderie de Chine. Ces pressions de la part des États-Unis pourraient avoir d'importantes conséquences sur les chaines d'approvisionnement qui sont déjà fragilisées[65].

En 2022, l'administration Biden a aussi imposé des contrôles pour empêcher la Chine d'accéder à des puces électroniques produites à partir de technologies américaines. Les États-Unis, le Japon et les Pays-Bas ont conclu un accord pour restreindre l'exportation de technologies avancées de production de puces électroniques. Le fait que les importations de puces électroniques en Chine ont diminué de 23 % dans le

[60] Chip hunting: The semiconductor procurement solution when other options fail | McKinsey
[61] *Ibid.*
[62] La planète économique | Pénurie de semi-conducteurs : la cavalerie est en route | La Presse
[63] *Ibid.*
[64] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[65] *Ibid.*

premier trimestre de 2023 semble indiquer que ces stratégies fonctionnent[66]. Bien que la Chine comprenne près de 23 000 entreprises spécialisées dans les semi-conducteurs, celles-ci produisent en majorité des semi-conducteurs plus gros et moins avancés technologiquement. En Chine, l'utilisation de semi-conducteurs plus avancés technologiquement dépend donc largement des importations[67].

Taïwan, qui possède les plus grandes parts de marchés en matière de fonderies dans le monde, se retrouve aussi pris au cœur de la rivalité Chine–États-Unis. La Chine revendique le territoire taïwanais et serait prête à user de ses forces militaires pour arriver à ses fins. Des experts estiment que Taïwan est l'endroit le plus susceptible d'être l'hôte de confrontations militaires entre la Chine et les États-Unis, les États-Unis étant un allié de Taïwan. Si un tel conflit venait à éclater, l'économie mondiale en serait gravement fragilisée, considérant l'importance majeure de Taïwan dans l'approvisionnement mondial en puces électroniques[68]. Plusieurs entreprises sondées et interviewées ont indiqué que l'éventualité d'un conflit entre Chine et Taïwan entrainerait une pénurie de semi-conducteurs encore plus profonde que celle connue au cours des dernières années et entrainerait même la fermeture de plusieurs entreprises du secteur manufacturier électronique québécois.

Les enjeux géopolitiques qui planent autour du secteur risquent d'engendrer des écarts d'offre et de demande de semi-conducteurs pour l'ensemble des tailles de puces électroniques, des producteurs et des secteurs d'activité. Cela risque donc de faire persister les enjeux d'approvisionnement existants[69].

Bref, la croissance de la performance et la miniaturisation des semi-conducteurs sont les tendances les plus marquantes des dernières années dans le secteur des semi-conducteurs et celles-ci devraient se poursuivre au cours des années à venir. Ces changements ont aussi une incidence sur les équipements utilisés en fabrication électronique, principalement dans l'assemblage de plaquettes électroniques. L'IoT est aussi l'une des grandes tendances qui s'est intensifiée au cours de la dernière décennie et qui devrait poursuivre son développement dans les prochaines années. La croissance observée de l'utilisation des semi-conducteurs en général devrait se poursuivre durant encore plusieurs années, ce qui devrait faire augmenter la demande de main-d'œuvre du secteur manufacturier électronique québécois. En période actuelle de manque de main-d'œuvre, cette possibilité risque d'inciter les entreprises à se tourner vers des solutions de procédés automatisés pour faire face à l'avenir et, par le fait même, réduire leurs couts de production.

Depuis quelques années, d'importants investissements se font à travers le globe dans le secteur des semi-conducteurs pour stimuler la production de ceux-ci, en réaction à la pénurie. Le secteur est fortement concentré en Asie. L'Occident désire s'incruster plus fortement dans le secteur pour stabiliser davantage les chaines d'approvisionnement. Malgré les nombreux investissements réalisés à travers la planète, le marché devrait rester irrégulier encore quelques années, le temps que les effets de ces investissements soient ressentis. De plus, les enjeux politiques qui planent entre la Chine et les États-Unis ainsi qu'entre la Chine et Taïwan pourraient aggraver la situation actuelle déjà précaire.

[66] China's war chest: how the fight for semiconductors reveals the outlines of a future conflict | Taiwan | The Guardian
[67] *Ibid.*
[68] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[69] Chip hunting: The semiconductor procurement solution when other options fail | McKinsey

3. CAUSES DE LA PÉNURIE DE SEMI-CONDUCTEURS

La pénurie de semi-conducteurs connue au cours des dernières années est le résultat de l'accumulation de plusieurs évènements perturbateurs, dont : la pandémie de la COVID-19, les changements climatiques et les enjeux géopolitiques[70]. Elle serait également causée par la structure de l'industrie, qui est très concentrée, surtout en Asie[71]. Le tableau 16 présente les principales causes de la pénurie de semi-conducteurs selon les entreprises sondées.

Tableau 16 Principales causes de la pénurie de semi-conducteurs, selon les entreprises sondées

Principales causes	Proportion
Augmentation de la demande mondiale d'appareils électroniques personnels pour le télétravail en lien avec la COVID-19 (ex. : ordinateurs, moniteurs, claviers, etc.)	89,5 %
Diminution de l'offre en lien avec la fermeture temporaire des usines de production de semi-conducteurs causée par la COVID-19	84,2 %
Augmentation de la demande mondiale causée par l'utilisation d'une plus grande quantité de semi-conducteurs dans des produits existants (ex. : véhicules électriques nécessitant plus de semi-conducteurs que les véhicules à énergie fossile)	78,9 %
Augmentation de la demande mondiale d'appareils électroniques et d'infrastructures de télécommunication en lien avec la COVID-19 (ex. : pour le divertissement, le travail, la communication avec les proches, etc.)	73,7 %
Augmentation de la demande mondiale des produits existants comprenant des semi-conducteurs (ex. : augmentation de la quantité demandée de téléphones cellulaires)	73,7 %
Augmentation de la demande mondiale causée par l'utilisation de semi-conducteurs dans des produits n'en nécessitant aucun auparavant (ex. : utilisation de semi-conducteurs dans les réfrigérateurs, les cafetières, les machines à laver, etc.)	68,4 %
Diminution de l'offre due à la présence de conflits géopolitiques entre la Chine et les États-Unis	57,9 %
Diminution de l'offre due à la présence de conflits géopolitiques entre la Chine et Taïwan	52,6 %
Diminution de l'offre due à la réduction de la disponibilité des matières premières pour la production de semi-conducteurs	42,1 %
Diminution de l'offre en lien avec la fermeture permanente d'usines de production de semi-conducteurs	36,8 %
Diminution de l'offre due au ralentissement de la production des usines de production de semi-conducteurs en lien avec des enjeux climatiques ou des catastrophes naturelles	31,6 %
Diminution de l'offre due à la présence de conflits géopolitiques en Europe (conflit Russie-Ukraine)	31,6 %
Augmentation de la demande mondiale causée par la durée de vie de plus en plus courte des biens (ex. : préférence des consommateurs pour les appareils dernier cri, possible obsolescence programmée, etc.)	26,3 %
Autre	2,6 %

Source : Données du sondage en ligne

[70] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[71] La planète économique | Pénurie de semi-conducteurs : la cavalerie est en route | La Presse

Pandémie de la COVID-19

Les mesures mises en place pour freiner la propagation de la COVID-19 (ex. : le confinement de la population, l'instauration du télétravail, les interdictions de voyager, la fermeture temporaire de commerces non essentiels, etc.) ont eu un impact significatif sur l'offre et la demande de semi-conducteurs. Selon les résultats du sondage, plus de quatre entreprises sur cinq croient que l'augmentation de la demande d'appareils électroniques pour le télétravail (89,5 %) et la fermeture temporaire d'usines (84,2 %) en lien avec la pandémie de la COVID-19 ont affecté la chaine d'approvisionnement en semi-conducteurs. La croissance de la demande mondiale pour les appareils de communication durant la pandémie serait aussi un déclencheur de la pénurie de semi-conducteurs selon près des trois quarts (73,7 %) des entreprises sondées (tableau 16). Cette cause, avec l'augmentation de la demande d'appareils pour le télétravail, est celle qui a été le plus souvent mentionnée lors des entrevues de fond, plus de la moitié des répondants. Toutefois, les entreprises ont souligné qu'il n'y a pas seulement la demande d'appareils utilisés par les particuliers qui ont connu une forte demande, mais aussi les appareils utilisés par les fournisseurs de services Internet. L'augmentation du télétravail et des communications en ligne avec les proches ont mis des pressions énormes sur les infrastructures d'Interne, qui ont dû être bonifiées.

Pour ce qui est de l'offre de semi-conducteurs, les mesures de confinement qui ont empêché la main-d'œuvre de travailler ont entrainé des ruptures dans les chaines d'approvisionnement[72]. Cela a donc réduit l'offre de semi-conducteurs, alors que la demande de semi-conducteurs avait déjà augmenté significativement[73]. Trois des entreprises interviewées ont souligné que la fermeture temporaire d'usines ou l'absence de personnel à cause de la pandémie de la COVID-19 ont joué pour beaucoup dans la pénurie de semi-conducteurs.

Quant à la demande, le confinement de la population a également eu un impact important sur la demande de semi-conducteurs, principalement dans le secteur automobile. En effet, le confinement de la population a fait diminuer la demande en moyens de transport et, par conséquent, l'achat de véhicules et de pièces de véhicules. Les constructeurs ont réduit leur production et les quantités d'intrants commandés[74]. Par exemple, les ventes d'automobiles ont chuté de 50 % aux États-Unis, de 70 % en Chine et de 80 % en Europe dans les premiers mois de la pandémie de la COVID-19, amenant les constructeurs automobiles à mettre à pied temporairement une partie de leur main-d'œuvre et à réduire leurs quantités commandées de semi-conducteurs[75].

La reprise des activités et le déconfinement de la population qui s'est fait plus rapidement que prévu ont fait augmenter drastiquement la demande de véhicules de transport. Comme les grandes commandes de composants des véhicules doivent être prévues plusieurs mois d'avance, la reprise rapide de la demande de véhicules a entrainé un déséquilibre sur le marché. La demande de pièces comprenant des semi-conducteurs dépassait grandement l'offre de semi-conducteurs[76]. Le ralentissement de la production des voitures a fait croitre de façon fulgurante le prix de celles-ci[77].

La présence simultanée d'une diminution de l'offre de semi-conducteurs et d'une augmentation de la demande a créé un déséquilibre qui a mené à la pénurie.

[72] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[73] Le président américain signe la loi pour relancer la production de semi-conducteurs | Le Devoir
[74] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[75] The semiconductor shortage in autos: Strategies for success | McKinsey
[76] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[77] Le président américain signe la loi pour relancer la production de semi-conducteurs | Le Devoir

Enjeux géopolitiques

Au moins trois entreprises sur dix croient que les enjeux géopolitiques entre les États-Unis et la Chine (57,9 %), entre la Chine et Taïwan (52,6 %) et en Europe (31,6 %) font partie des éléments déclencheurs de la pénurie de semi-conducteurs.

Les tensions entre les États-Unis et la Chine affectent surtout l'Amérique du Nord. Parmi les fonderies en Chine, on retrouve la cinquième plus grande fonderie du marché. Cette entreprise est sur la liste des sociétés sanctionnées par les États-Unis depuis décembre 2020. Cela limite donc les quantités de puces électroniques pouvant être importées par les États-Unis[78].

Dans le marché des puces électroniques, les relations internationales sont importantes, puisqu'aucun pays ne possède des entreprises pouvant réaliser toutes les étapes du processus de production. Actuellement, plusieurs pays se partagent les étapes de recherche et développement, la conception, l'extraction de matières premières, la construction mécanique, la fabrication, les essais, l'assemblage et le conditionnement afin d'arriver à produire des puces électroniques[79].

Au Québec, ces enjeux affectent la chaine d'approvisionnement de semi-conducteurs surtout parce qu'ils réduisent l'offre de ceux-ci.

Enjeux environnementaux

Près de quatre entreprises sur cinq (78,9 %) ont indiqué que l'augmentation de la demande mondiale de semi-conducteurs causée par l'utilisation d'une plus grande quantité de semi-conducteurs dans des produits existants est un facteur qui a contribué à la pénurie. Les efforts de transition énergétique sont un bon exemple de ce phénomène. Par exemple, la transition vers les véhicules électriques dans le but de réduire les émissions de gaz à effet de serre exerce une pression importante sur la demande de puces électroniques. Les véhicules électriques nécessitent effectivement plus de puces électroniques que les véhicules à moteur à combustion, en raison du fait que l'ensemble des systèmes de commande interagissent avec la batterie[80]. De plus en plus de puces électroniques sont donc utilisées par le secteur de l'automobile et des autres types de véhicules routiers. Une entreprise consultée dans le cadre des entrevues de fond a aussi mentionné que la production de bornes de recharge, accompagnant la production de véhicules électriques, est aussi une source importante de demande pour les semi-conducteurs. La croissance de l'utilisation de panneaux solaires et d'éoliennes contribue également à la croissance de la demande de semi-conducteurs[81].

Avec ses efforts de transition vers des énergies renouvelables, la Chine a connu une réduction de son approvisionnement en électricité, particulièrement à l'été 2021. Les entreprises du pays ont dû réduire leurs capacités de production, ce qui a réduit les quantités disponibles de silicium, un élément nécessaire à l'industrie des semi-conducteurs. Effectivement, la Chine est au premier rang mondial de l'extraction de silicium, qui est la matière première des semi-conducteurs[82]. D'ailleurs, 42,1 % des entreprises sondées croient que la diminution de l'offre, qui est causée par la réduction de la disponibilité des matières premières pour la production de semi-conducteurs, a joué un rôle important dans le déclenchement de la pénurie.

[78] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[79] *Ibid.*
[80] *Ibid.*
[81] Six aspects des semi-conducteurs (td.com)
[82] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)

Les enjeux climatiques et les catastrophes naturelles ont aussi contribué à la pénurie de semi-conducteurs en réduisant l'offre de semi-conducteurs. Bien que seulement 31,6 % des entreprises sondées croient que cet enjeu a joué un rôle dans la pénurie de semi-conducteurs, celui-ci a bel et bien affecté l'offre de semi-conducteurs.

Par exemple, Taïwan a connu de plus en plus de sécheresses dans les dernières années. L'État n'a pas eu de typhon au printemps 2020 et les précipitations hivernales ont été inférieures de 80 % par rapport à la moyenne, alors que ces phénomènes météorologiques sont importants pour les réserves d'eau et, par le fait même, la production d'hydro-électricité. La production d'hydro-électricité a donc été interrompue à deux reprises au printemps 2021. La plus grande fonderie de Taïwan a alors été dans l'obligation de réduire sa consommation d'eau et sa production[83]. La production de semi-conducteurs nécessite également beaucoup de ressources, notamment de l'eau pour le nettoyage, le processus de refroidissement dans les fonderies et la production d'électricité[84].

De plus, en février 2021, les records de froid enregistrés au Texas ont engendré des pannes de courant de plusieurs jours dans cet État. Les entreprises de production de puces électroniques installées au Texas ont donc été contraintes de réduire leur production[85].

Les enjeux climatiques ont donc contribué à la diminution de l'offre de semi-conducteurs et à l'augmentation de la demande, s'ajoutant ainsi au déséquilibre du marché qui a mené à la pénurie.

Autres évènements

En 2021, un incendie est survenu dans un atelier basé au Japon. Plus précisément, il s'agit d'un atelier du troisième plus grand acteur mondial dans la fabrication de puces électroniques pour le secteur automobile. Cet événement a contribué à l'aggravation de la pénurie de puces électroniques en construction automobile[86]. D'ailleurs, plus du tiers (36,8 %) des entreprises sondées ont affirmé que la fermeture d'usines a contribué à la pénurie de semi-conducteurs.

Plusieurs entreprises sondées sont d'avis que les habitudes de consommation de la population ont eu un rôle important dans le déclenchement de la pénurie de semi-conducteurs. L'augmentation de la demande mondiale d'appareils électroniques (73,7 %), l'augmentation de la demande de biens qui contiennent des puces électroniques depuis peu (ex. : cafetières, brosses à dents, machines à laver, réfrigérateurs, etc. ; 68,4 %) et le remplacement hâtif des appareils électroniques (ex. : désir de détenir les appareils dernier cri ; 26,3 %) auraient contribué à la pénurie. Quelques-unes des entreprises interviewées dans le cadre des entrevues de fond ont souligné que la croissance en popularité des objets connectés, ou de l'IoT au cours des dernières années a contribué à la pénurie de semi-conducteurs. La diversification et l'augmentation du nombre de produits maintenant électroniques font en sorte que des objets qui, avant, fonctionnaient très bien sans composantes électroniques, en contiennent désormais plusieurs (ex. : ampoules intelligentes, grille-pain, machines à laver, etc.). Cela produit une pression énorme sur la demande de semi-conducteurs.

[83] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[84] *Ibid.*
[85] *Ibid.*
[86] *Ibid.*

Début de la pénurie

La majorité (57,9 %) des entreprises sondées ont indiqué avoir observé les impacts de la pénurie de semi-conducteurs sur leur production pour la première fois en 2020. D'ailleurs, plus du quart (27,0 %) des entreprises sondées ont signifié que le mois de juillet 2020 est le moment où la production de leur entreprise a été initialement touchée par la pénurie. Quant aux entreprises qui ont participé aux entrevues de fond, quatre d'entre elles ont indiqué avoir ressenti les effets de la pénurie au cours de 2021, alors que trois autres ont mentionné l'année 2020.

Les deux entreprises qui produisent des semi-conducteurs, en plus d'en utiliser, ont indiqué avoir constaté les impacts de la pénurie de semi-conducteurs sur leur production à des moments bien différents. L'une a indiqué le mois de janvier 2018 et l'autre le mois de juin 2021. Selon d'autres sources, la pénurie de semi-conducteurs aurait débuté au cours du premier trimestre de l'année 2021[87]. Dans les données du sondage en ligne, il n'y a pas de tendance claire entre le moment où la production a commencé à être affectée par la pénurie de semi-conducteurs et la taille ou le sous-secteur d'activité des entreprises. Il ne semble donc pas y avoir de consensus sur le moment initial de la pénurie.

Tableau 17 Moment auquel la pénurie mondiale de semi-conducteurs a commencé à avoir un impact sur la production des entreprises

Mois	2018	2019	2020	2021	2022
Janvier	2,7 %	8,1 %	2,7 %	16,2 %	5,4 %
Février			2,7 %		
Mars			10,8 %		
Avril				5,4 %	
Mai			5,4 %		
Juin			5,4 %	2,7 %	
Juillet			27,0 %		
Aout			2,7 %		
Septembre			2,7 %		
Octobre					
Novembre					
Décembre					

Source : Données du sondage en ligne

En résumé, la pénurie de semi-conducteurs est le fruit de plusieurs perturbations du marché et il n'y a pas de consensus entre les acteurs du marché sur la date à laquelle celle-ci a débuté. La pandémie a perturbé autant l'offre (par les fermetures d'usine et l'absence d'employés au travail) que la demande (par les besoins d'automobiles et d'appareils pour l'Internet, le télétravail, les communications et le divertissement) de semi-conducteurs et d'appareils électroniques. Les enjeux géopolitiques, dont les sanctions américaines envers l'une des fonderies chinoises, ont contribué à la diminution de l'offre de semi-conducteurs. Plusieurs enjeux environnementaux sont aussi à l'origine de la pénurie, affectant l'offre

[87] The semiconductor shortage in autos: Strategies for success | McKinsey

(par les problèmes d'approvisionnement en électricité et en eau) et la demande (par la transition vers les véhicules électriques, entre autres) de semi-conducteurs. Les habitudes de consommation des individus sont aussi en cause, créant une demande excessive pour les semi-conducteurs et les produits électroniques.

4. CONSÉQUENCES, ENJEUX ET PROBLÉMATIQUES

La pénurie de semi-conducteurs a entrainé des conséquences importantes, autant à l'échelle mondiale qu'au niveau des entreprises du secteur manufacturier électronique, dont la mise en péril des chaines d'approvisionnement. En effet, la pénurie de semi-conducteurs affecte la production d'une variété de produits, tels que les automobiles, les appareils de télécommunications, les dispositifs médicaux et les dispositifs de défense[88]. Les retards de production occasionnés par le manque de semi-conducteurs ont non seulement eu un impact sur la rapidité avec laquelle les biens sont produits, mais également sur l'économie. Des baisses de revenu de plusieurs milliards de dollars ont pu être observées dans des entreprises nécessitant des semi-conducteurs dans leur chaine de production[89].

Plusieurs actions ont été mises en œuvre à travers le monde au cours des dernières années pour atténuer les effets de la pénurie de semi-conducteurs et éviter qu'une telle situation se reproduise. Les investissements qui ont été réalisés dans cette optique sont abordés à la section 2.5.

Pour le secteur manufacturier québécois, les conséquences de la pénurie de semi-conducteurs sont nombreuses. Cela a affecté autant les intrants des entreprises que leurs produits finis, leurs ventes, leurs clients, leur main-d'œuvre, leurs revenus, leurs dépenses, etc. Le tableau 18 répertorie les impacts engendrés par la pénurie de semi-conducteurs sur les entreprises sondées.

Les entreprises sondées ayant sélectionné le choix « autre » ont souligné que la pénurie de semi-conducteurs les a contraintes à arrêter leur production et à acheter des lots d'intrants en plus grande quantité afin de pouvoir s'assurer des stocks.

[88] Le défi Approvisionnement en semi-conducteurs - Fonds stratégique pour l'innovation (ic.gc.ca)
[89] The semiconductor shortage in autos: Strategies for success | McKinsey

Tableau 18 Impacts qu'a eus la pénurie de semi-conducteurs sur les entreprises sondées

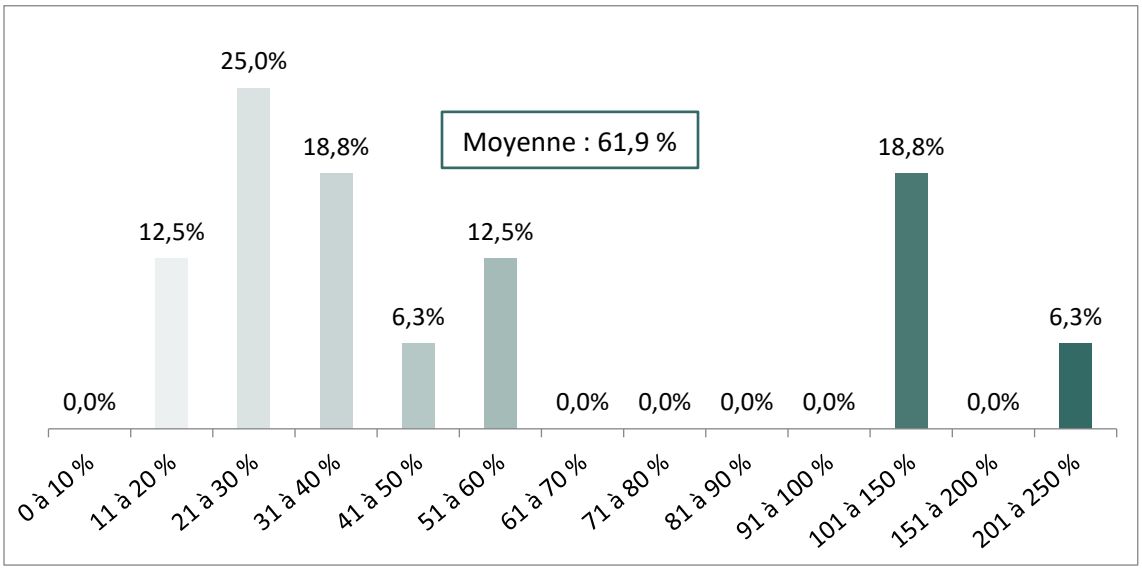
Impacts de la pénurie	Proportion
Augmentation des délais de réception des intrants	94,7 %
Retards de production	94,7 %
Augmentation du prix des intrants	89,5 %
Recours à des revendeurs pour obtenir les intrants nécessaires	89,5 %
Changement de fournisseur d'intrants	84,2 %
Augmentation du prix de vente des biens produits	84,2 %
Utilisation d'intrants ou de pièces alternatives ou équivalentes	78,9 %
Perte de constance dans la réception des intrants	68,4 %
Augmentation des tests à effectuer sur les intrants (lorsque recours à de nouveaux fournisseurs)	63,2 %
Augmentation de la vigilance envers les intrants due à l'augmentation des pièces contrefaites	63,2 %
Perte de constance dans la livraison des produits	63,2 %
Augmentation de la vigilance envers les « date code » sur les semi-conducteurs reçus	52,6 %
Perte de contrats ou de clients	31,6 %
Diminution de la qualité des intrants	21,1 %
Embauche de nouveaux travailleurs	21,1 %
Diminution de la qualité des biens produits	15,8 %
Augmentation de la demande des biens produits	15,8 %
Licenciement temporaire de travailleurs	10,5 %
Autre	10,5 %
Diminution de la demande des biens produits	5,3 %
Gain de contrats ou de clients	5,3 %
Modification des conditions de travail	5,3 %

Source : Données du sondage en ligne

Intrants

Parmi les entreprises sondées, 89,5 % d'entre elles ont souligné que la pénurie de semi-conducteurs a fait augmenter le prix des intrants qu'elles achètent. Ces prix ont augmenté en moyenne de 61,9 % entre mars 2020 et mars 2023. Les trois quarts des entreprises sondées ont indiqué que le prix des intrants a augmenté entre 11 % et 60 % au cours de cette période.

Toutes les entreprises consultées dans le cadre des entrevues de fond ont indiqué que le cout de leurs intrants a augmenté de façon importante. L'augmentation de la demande concomitante à la diminution de l'offre a effectivement fait augmenter les prix des semi-conducteurs. Plusieurs des entreprises interviewées croient que, comme la demande de semi-conducteurs est plutôt inélastique (c'est-à-dire que la demande ne varie peu ou pas lorsque les prix augmentent) étant donné le fait qu'ils sont essentiels dans la production de plusieurs biens, quelques acteurs du marché ont profité de l'occasion pour faire grimper encore plus les prix.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 11 Taux de croissance du prix des intrants entre mars 2020 et mars 2023, selon les entreprises sondées

Plusieurs entreprises du secteur de la fabrication de matériel audio et vidéo ont mentionné que les semi-conducteurs étaient très difficiles à trouver au début de l'année 2021 et que les livraisons étaient plus longues. Cela a provoqué une surenchère, ce qui a fait augmenter le prix des intrants et, par le fait même, a réduit la marge de profit des entreprises[90].

D'ailleurs, parmi les entreprises sondées, 94,7 % d'entre elles ont indiqué que la pénurie de semi-conducteurs a fait augmenter les délais de réception des intrants en plus de réduire la constance à laquelle les intrants étaient reçus (68,4 %).

Le tableau ci-dessous présente les délais de réception des intrants à différents moments de la pénurie de semi-conducteurs. Avant la pénurie, la moitié (50 %) des entreprises sondées recevaient leurs intrants en trois semaines ou moins, puis, à l'apogée de la pénurie, plus de la moitié (52,9 %) des entreprises sondées recevaient leurs intrants dans des délais de six mois à un an. Au moment de répondre au sondage, soit au printemps 2023, les délais de réception des intrants se sont améliorés par rapport à l'apogée de la pénurie, allant de deux à six mois pour la moitié (50 %) des entreprises. À l'apogée de la pénurie, toutes les entreprises observaient des délais de réception de plus de trois semaines.

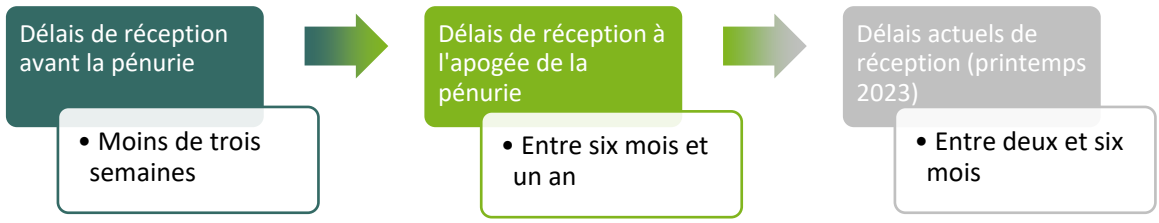
[90] Pénurie de semi-conducteurs | De petites puces, mais de gros problèmes | La Presse

Tableau 19 Délais de réception des intrants à différents moments de la pénurie de semi-conducteurs, selon les entreprises sondées (n = 36)

Délais de réception des intrants	Délais avant la pénurie	Délais à l'apogée de la pénurie	Délais actuels (printemps 2023)
Moins d'une semaine	**22,2 %**	0,0 %	0,0 %
Entre une et deux semaines	**5,6 %**	0,0 %	11,1 %
Entre deux et trois semaines	**22,2 %**	0,0 %	5,6 %
Entre trois et six semaines	22,2 %	5,9 %	0,0 %
Entre six semaines et deux mois	5,6 %	5,9 %	5,6 %
Entre deux et trois mois	5,6 %	5,9 %	**22,2 %**
Entre trois et six mois	11,1 %	11,8 %	**27,8 %**
Entre six mois et un an	5,6 %	**52,9 %**	16,7 %
Entre un an et deux ans	0,0 %	5,9 %	11,1 %
Plus de deux ans	0,0 %	11,8 %	0,0 %

Source : Données du sondage en ligne

La figure ci-dessous résume l'évolution des délais de réception des intrants au cours de la pénurie pour la plupart des entreprises sondées.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 12 Évolution des délais de réception des intrants, selon les entreprises sondées

D'ailleurs, toutes les entreprises qui ont participé aux entrevues de fond ont indiqué avoir eu de la difficulté à recevoir leurs intrants, puisque certains n'étaient tout simplement pas disponibles ou parce que les délais de livraison avaient largement augmenté. Certaines petites entreprises ont indiqué que leurs fournisseurs d'intrants ne respectaient pas les délais de livraison prévus, puisqu'ils priorisaient davantage les commandes provenant de grandes entreprises.

Parmi les entreprises sondées, 63,2 % d'entre elles ont souligné qu'elles ont dû effectuer davantage de tests sur les pièces reçues. Effectivement, la pénurie de semi-conducteurs a contraint certains fabricants à recourir à des revendeurs de pièces (89,5 %), à se trouver de nouveaux fournisseurs (84,2 %), à recourir à l'utilisation de pièces alternatives ou équivalentes (78,9 %), et a aussi fait augmenter la quantité de pièces contrefaites en circulation sur le marché (63,2 %). De plus, 21,1 % des entreprises sondées ont observé une diminution générale de la qualité des intrants. Ces changements ont contraint les entreprises de fabrication électronique à tester davantage les pièces reçues, afin de s'assurer de leur authenticité et de leur qualité.

Les entreprises interviewées qui ont eu recours à des pièces alternatives ou équivalentes ont souligné non seulement le besoin de faire davantage de tests sur les nouvelles composantes utilisées, mais aussi le besoin de refaire la conception des produits et de retravailler la programmation du logiciel associé au produit. Ces étapes entrainent des délais de livraison, une surcharge de travail pour la main-d'œuvre s'occupant de la programmation, de plus grands couts de production et un besoin de faire certifier de nouveau les produits. Selon l'une des entreprises interviewées, les organisations de certification ont tellement été sollicitées durant la pénurie, puisque plusieurs fabricants se sont tournés vers les pièces équivalentes, que cela a aussi fait augmenter les délais de livraison des produits finis.

Tableau 20 Délais additionnels de livraison des produits occasionnés par la quantité de tests à effectuer sur les intrants, selon les entreprises sondées

Délais de livraison	Proportion
Aucun changement	16,7 %
Un à deux jours	16,7 %
Trois à quatre jours	25,0 %
Cinq à six jours	8,3 %
Entre une et deux semaines	16,7 %
Entre deux et trois semaines	8,3 %
Entre trois et six semaines	8,3 %
Plus de six semaines	0,0 %

Source : Données du sondage en ligne

En ce qui concerne le recours à des revendeurs, certaines entreprises consultées lors des entrevues de fond désiraient mettre de l'avant le fait que la vente de pièces à des revendeurs a accentué les problèmes rencontrés en lien avec la pénurie de semi-conducteurs. Selon ces entreprises, cette problématique serait bien connue des entreprises du secteur, mais très peu discutée publiquement.

Les fabricants de semi-conducteurs limiteraient les quantités offertes de semi-conducteurs aux distributeurs habituels et prioriseraient la vente à des revendeurs, qui sont prêts à acheter les semi-conducteurs à des prix largement plus élevés que le prix de vente aux distributeurs. Les revendeurs, qui détiendraient alors une grande partie des stocks, peuvent par la suite vendre les pièces à des prix faramineux, étant donné la forte demande sur le marché des semi-conducteurs.

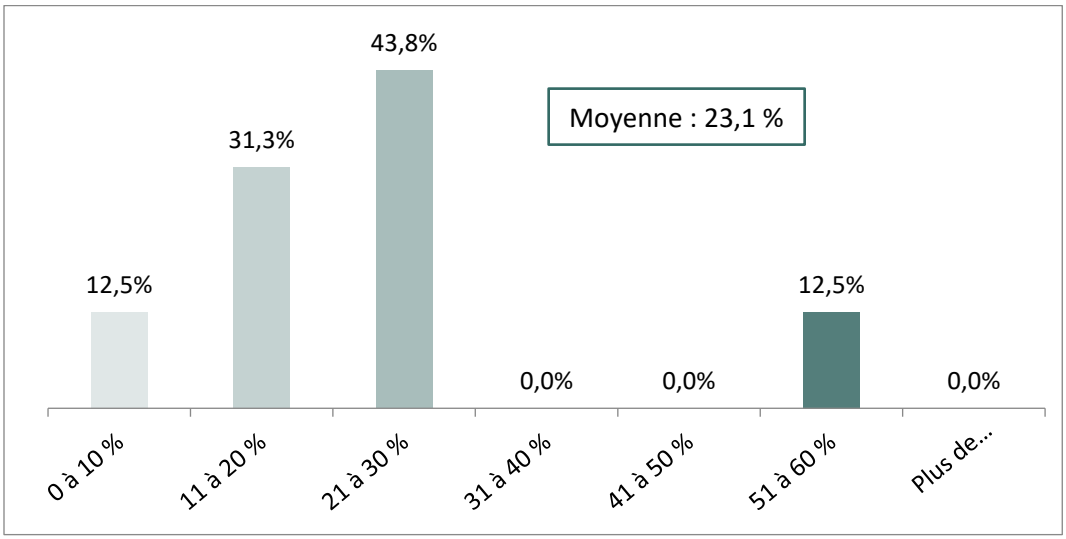
Les entreprises auraient observé cette situation, puisque les revendeurs détiendraient d'importants lots de semi-conducteurs avec des *date codes* récents, c'est-à-dire qui datent de quelques mois seulement (ex. : deux à trois mois), alors qu'auparavant, les revendeurs détenaient des restants de lots invendus datant de plusieurs mois (ex. : dix mois ou plus).

D'ailleurs, un peu plus de la moitié des entreprises (52,6 %) disent être plus vigilantes envers les *date codes* sur les semi-conducteurs reçus depuis le début de la pénurie. Le manque de semi-conducteurs a fait en sorte que les entreprises du secteur manufacturier ont vu une augmentation du nombre de semi-conducteurs avec de vieux *date codes* sur le marché. Les distributeurs, revendeurs ou autres vendeurs auraient donc profité de la pénurie pour vendre des composants qui n'avaient pas trouvé preneur auparavant. Selon l'une des entreprises interviewées, le danger de l'utilisation de ces composantes réside dans le fait que plus une composante est vieille, plus la durée de vie du produit qui sera créé avec celle-ci sera réduite. C'est pourquoi les entreprises qui utilisent des semi-conducteurs demeurent vigilantes face aux *date codes* de ceux-ci.

Bref, la pénurie de semi-conducteurs a fortement affecté les entreprises du secteur. Le prix des intrants a augmenté de près de 60 %, affectant la rentabilité de certaines entreprises. Les délais de réception des intrants ont passé à plus de six mois pour la majorité des entreprises, et des composantes essentielles à la production de certaines entreprises n'étaient simplement pas disponibles. Les changements de fournisseurs, de pièces utilisées et la présence accrue de pièces contrefaites ont fait augmenter la quantité de tests effectués et les demandes de certification. De plus, le nombre croissant de revendeurs sur le marché a contribué à l'accentuation de ces problématiques.

Produits

Parmi les entreprises sondées, 84,2 % d'entre elles ont souligné que la pénurie de semi-conducteurs a fait augmenter le prix de vente des biens qu'elles produisent. Avec l'augmentation du prix des intrants, plusieurs entreprises se sont vues contraintes d'augmenter le prix de vente de leurs biens afin de demeurer rentables. La figure 13 illustre la croissance du prix de vente des biens dans les entreprises sondées. Le taux d'augmentation moyen sur cette période dans les entreprises est de 23,1 %.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 13 Taux de croissance du prix de vente des biens produits entre mars 2020 et mars 2023, selon les entreprises sondées

Parmi les entreprises sondées, 94,7 % d'entre elles ont souligné que la pénurie de semi-conducteurs a causé des retards dans leur production et a aussi fait perdre de la constance dans les délais de livraison habituels des produits (63,2 %). Le tableau 21 présente les délais de production engendrés par la pénurie dans les entreprises sondées.

La majorité (58,8 %) des entreprises sondées ont indiqué que les délais occasionnés sont de trois semaines à deux mois (tableau 21). Soulignons qu'avant l'arrivée de la pénurie de semi-conducteurs, l'une des forces du secteur manufacturier électronique québécois était la capacité des entreprises à faire preuve de flexibilité et à répondre aux demandes personnalisées des clients[91]. Plus de la moitié des entreprises consultées dans le cadre des entrevues de fond ont indiqué que le délai de livraison de leurs produits a augmenté, et certaines n'ont simplement pas été capables de produire les commandes de tous leurs clients. Ces retards sont également exacerbés par le fait que, même avant la pénurie de semi-conducteurs, les entreprises du secteur rencontraient des retards dans leur production et dans la livraison de leurs produits à cause du manque de main-d'œuvre[92].

Tableau 21 Délais de production occasionnés par la pénurie de semi-conducteurs, selon les entreprises sondées (n = 34)

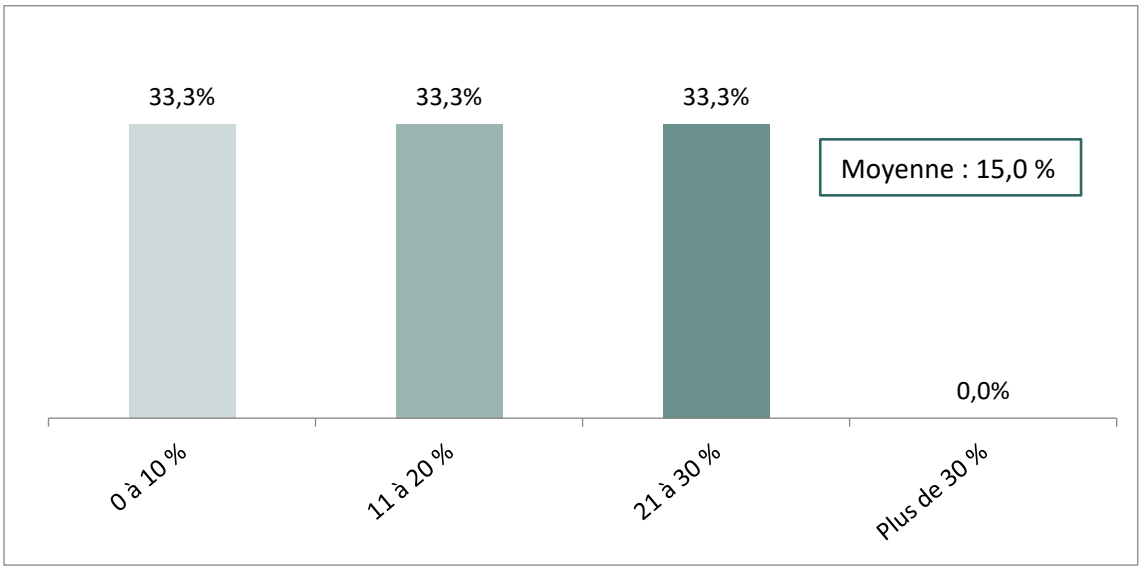
Délais de production	Proportion
Moins de trois semaines	0,0 %
Entre trois et six semaines	29,4 %
Entre six semaines et deux mois	29,4 %
Entre deux et trois mois	5,9 %
Entre trois et six mois	17,6 %
Entre six mois et un an	17,6 %
Plus d'un an	0,0 %

Source : Données du sondage en ligne

Parmi les entreprises sondées, 15,8 % d'entre elles indique que la pénurie de semi-conducteurs a fait augmenter la quantité demandée des biens qu'elles produisent et 5,3 % ont eu un gain de contrats ou de clients. Dans ces entreprises, l'augmentation de la quantité demandée moyenne était de 15 % (figure 14).

Trois des entreprises interviewées ont également indiqué avoir observé une augmentation de la demande pour leurs produits ainsi qu'une augmentation de leur production durant la pénurie de semi-conducteurs. L'une d'entre elles a dit avoir été capable de gagner des clients durant la pénurie de semi-conducteurs en gardant ses prix relativement bas par rapport à la croissance rapide de ceux du marché. L'entreprise a choisi d'acheter des pièces équivalentes moins en demande que les pièces qu'elle utilisait habituellement pour ne pas les payer à un prix trop élevé. Cette entreprise a donc été capable de maintenir ses prix de vente assez bas pour attirer de la nouvelle clientèle.

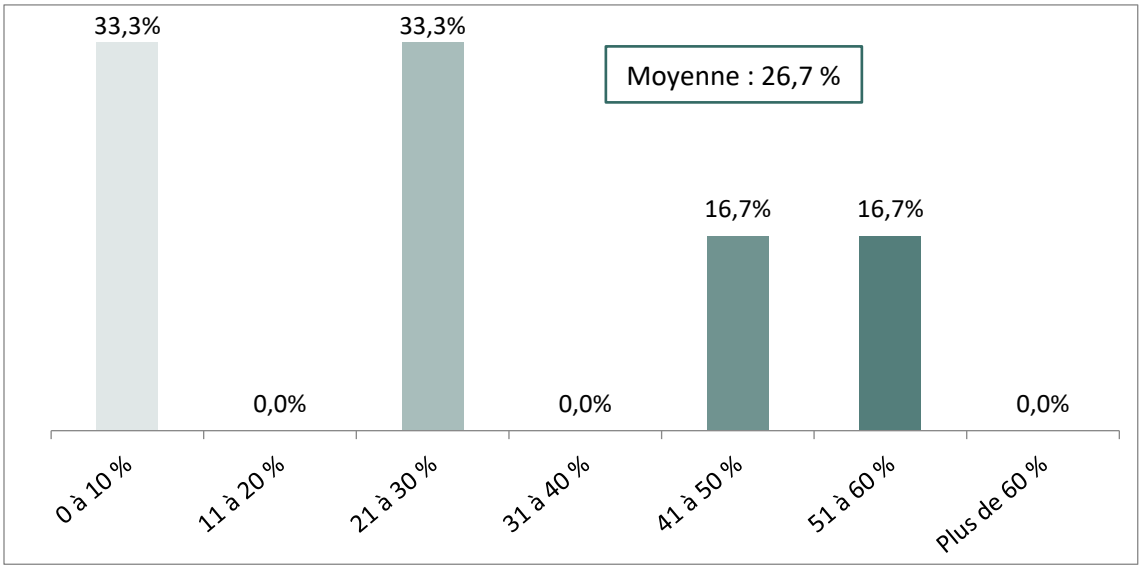
[91] Diagnostic-sectoriel-2019_PDF.pdf (elexpertise.qc.ca)
[92] *Ibid.*



Source : Données du sondage en ligne

Figure 14 Proportion de l'augmentation de la quantité demandée des biens produits par les entreprises ayant connue une augmentation (n = 6)

A contrario, 31,6 % des entreprises sondées ont souligné que la pénurie de semi-conducteurs a entrainé des pertes de clients et/ou de contrats, et 5,3 % ont remarqué une diminution de la demande pour leurs biens produits. Pour les deux entreprises qui ont remarqué une diminution de la demande pour leurs biens, la quantité demandée de leurs biens a diminué de 40 % à 50 %.Pour ces entreprises, les ventes ont diminué en moyenne de 26,7 %.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 15 Taux de décroissance des ventes pour les entreprises ayant connue une diminution (n = 12)

De plus, 15,8 % des entreprises sondées ont avoué que les enjeux rencontrés en lien avec la pénurie de semi-conducteurs ont entrainé une baisse de la qualité de leurs biens produits (tableau 18).

En résumé, le contexte de la pénurie de semi-conducteurs a fait augmenter le prix de vente des biens produits et entrainé des délais de production de plusieurs semaines allant même jusqu'à plusieurs mois. De plus, il y a deux fois plus d'entreprises qui ont indiqué avoir perdu des contrats et des clients dans le contexte de la pénurie que d'entreprises qui en ont gagné.

Main-d'œuvre

Ce sont 10,5 % des entreprises sondées qui ont indiqué avoir licencié temporairement des travailleurs pour des motifs liés à la pénurie de semi-conducteurs. Le nombre moyen de travailleurs licenciés par entreprise est de 10, le minimum étant de 5 et le maximum de 15. À titre d'échelle, toutes ces entreprises comptent entre 100 et 199 employés. Le tableau ci-dessous présente les professions qui ont été sujettes à des licenciements dans ces entreprises. On constate que ce sont uniquement des postes liés à la production qui ont été touchés. Soulignons toutefois qu'aucune entreprise n'a indiqué avoir procédé à des licenciements permanents à cause de la pénurie de semi-conducteurs.

Tableau 22 Professions sujettes à des licenciements temporaires ou à des réductions des heures de travail, pour des motifs liés à la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises sondées (n = 4)

Professions	Proportion
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523/94201)	100 %
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241/22310)	50 %
Autres manœuvres des services de transformation, de fabrication et d'utilité publique (CNP 9619/95109)	50 %

Source : Données du sondage en ligne

À l'opposé, 21 % des entreprises sondées ont indiqué avoir embauché des travailleurs pour des motifs liés à la pénurie de semi-conducteurs. Le nombre moyen de travailleurs embauchés par entreprise est de 12, le minimum étant de un et le maximum de 30. Autant les PME (10 à 49 employés ; n = 6) que les grandes entreprises (500 employés et plus ; n = 2) ont embauché des travailleurs dans ce contexte. Le tableau ci-dessous présente les professions des travailleurs qui ont été embauchés par ces entreprises.

Tableau 23 Professions sujettes à des embauches en lien avec la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises sondées (n = 8)

Professions	Proportion
Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523/94201)	75,0 %
Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241/22310)	50,0 %
Autres manœuvres des services de transformation, de fabrication et d'utilité publique (CNP 9619/95109)	50,0 %
Directeurs de la fabrication (CNP 0911/90010)	25,0 %
Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133/21310)	25,0 %
Développeurs et programmeurs de logiciels (CNP 2174/21232)	25,0 %
Autre : Personnel lié aux ventes	12,5 %

Source : Données du sondage en ligne

Parmi les entreprises sondées, 5,3 % d'entre elles ont indiqué avoir modifié les conditions de travail offertes à leurs employés à cause de la pénurie de semi-conducteurs. Celles-ci ont augmenté le salaire de leurs employés et déployé des efforts pour améliorer l'environnement de travail (ex. : outils et instruments de travail, postes de travail, salle de repos, etc.).

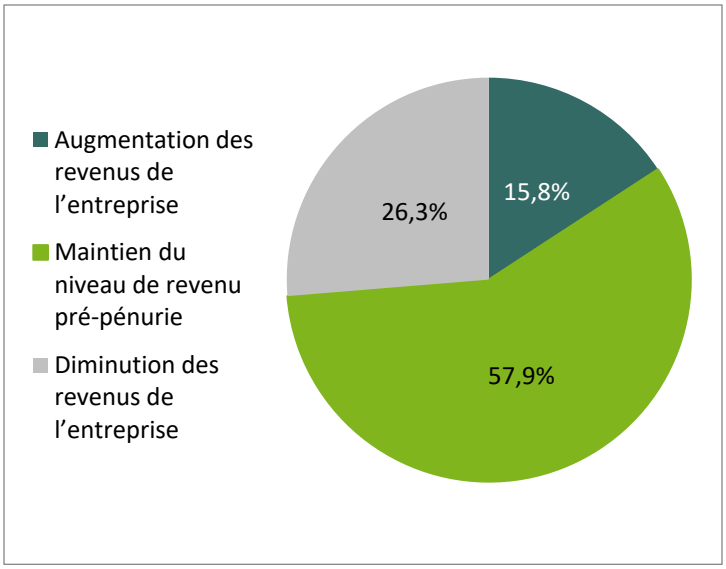
Quelques entreprises sondées disent avoir pu déceler une mauvaise utilisation des ressources grâce à la pénurie de semi-conducteurs et à la surveillance plus étroite de l'utilisation de ces dernières. Afin de ne pas faire grimper leur taux de roulement, certaines entreprises ont payé des employés même si elles n'avaient aucune tâche à leur confier, puisqu'elles manquaient de pièces pour qu'ils puissent accomplir leur travail. Bien que cela leur ait permis de garder un plein salaire, les employeurs relatent que cette pratique a entrainé un sentiment de découragement et d'inutilité chez les employés.

Par ailleurs, plus de la moitié des entreprises consultées lors des entrevues de fond ont indiqué avoir embauché ou avoir voulu embaucher de la nouvelle main-d'œuvre en plein cœur de la pénurie de semi-conducteurs. À l'opposé, trois des entreprises interviewées ont eu plus de difficulté et ont dû mettre des employés à temps partiel temporairement ou suspendre leur emploi temporairement. La situation était alors très variable d'une entreprise à l'autre. Pour les entreprises ayant tenté d'embaucher, la demande de main-d'œuvre a augmenté grâce au besoin d'avoir plus de personnel attitré à la recherche et à l'achat de matériel, et aussi plus de personnel pour effectuer la programmation, l'ingénierie, la conception et les tests sur les produits qui ont été modifiés pour remplacer des composantes indisponibles. Il demeure encourageant de constater qu'il y a deux fois plus d'entreprises qui ont procédé à des embauches que d'entreprises qui ont dû faire des licenciements durant cette période de pénurie.

Revenus et dépenses

En plus des impacts sur les intrants, les produits et la main-d'œuvre, les revenus et les dépenses des entreprises du secteur manufacturier électronique québécois ont aussi été affectés par la pénurie de semi-conducteurs.

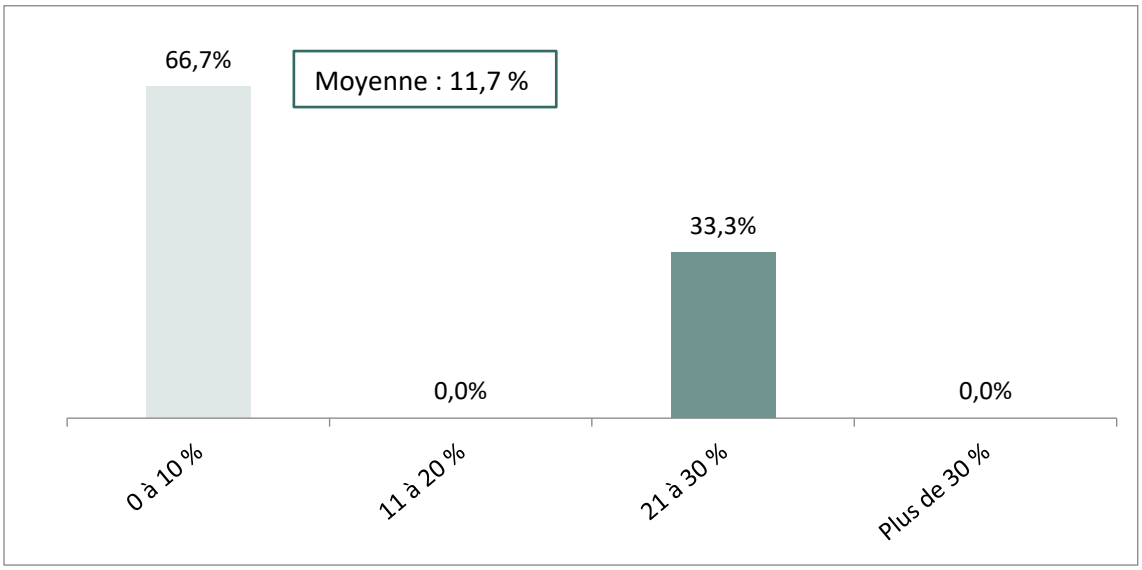
La figure 16 montre que 42,1 % des entreprises sondées ont observé une variation de leurs revenus au cours des dernières années en raison de la pénurie de semi-conducteurs. Effectivement, 26,3 % des entreprises ont observé une diminution de leurs revenus, tandis que 15,8 % ont observé une hausse de leurs revenus. Les deux entreprises qui produisent des semi-conducteurs, en plus d'en utiliser, ont indiqué que leurs revenus se sont maintenus malgré la pénurie.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 16 Variation des revenus des entreprises sondées en lien avec la pénurie de semi-conducteurs

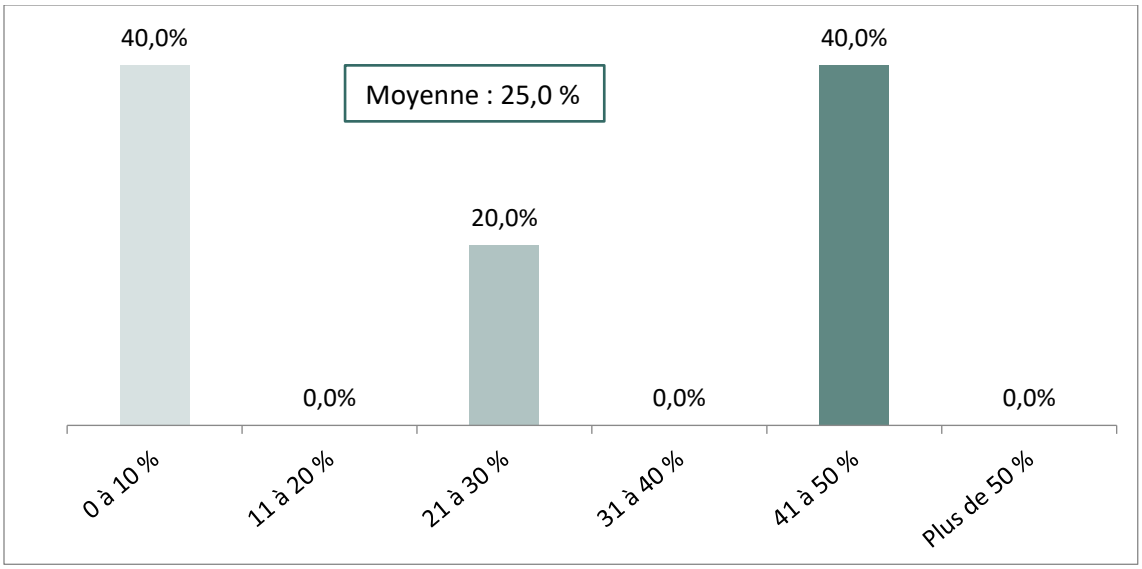
Pour les entreprises qui ont connu des hausses de revenus en lien avec la pénurie de semi-conducteurs, leurs revenus ont augmenté en moyenne de 11,7 % (figure 17). Les entreprises qui ont connu des hausses de revenus sont des petites et très petites entreprises (49 employés et moins) qui œuvrent dans les sous-secteurs de la fabrication de matériel informatique et périphérique, et de la fabrication d'instruments de mesure et de commande et d'instruments médicaux. Comme le nombre d'entreprises de ces sous-secteurs a diminué au cours des dernières années (figure 1), il est possible que les entreprises restantes aient pu aller chercher la clientèle de celles qui ont fermé, et ainsi faire croitre leur niveau de revenu en dépit de la pénurie de semi-conducteurs.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 17 Proportion de l'augmentation des revenus engendrée par la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises qui ont connu une augmentation (n = 6)

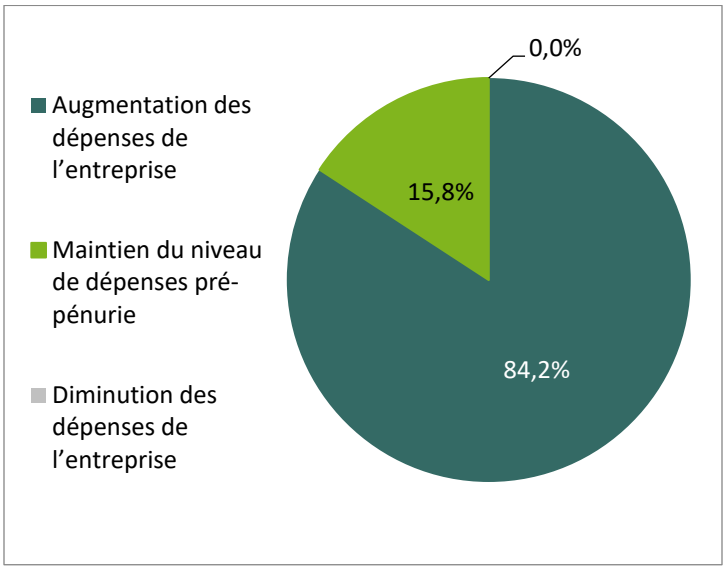
Pour les entreprises qui ont observé une diminution de leurs revenus liée à la pénurie de semi-conducteurs, leurs revenus ont diminué de 25 % en moyenne. Parmi les entreprises qui ont connu des baisses de revenus se retrouvent des entreprises de toutes les tailles et de tous les sous-secteurs d'activité.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 18 Proportion de la diminution des revenus engendrée par la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises qui ont connu une diminution (n = 10)

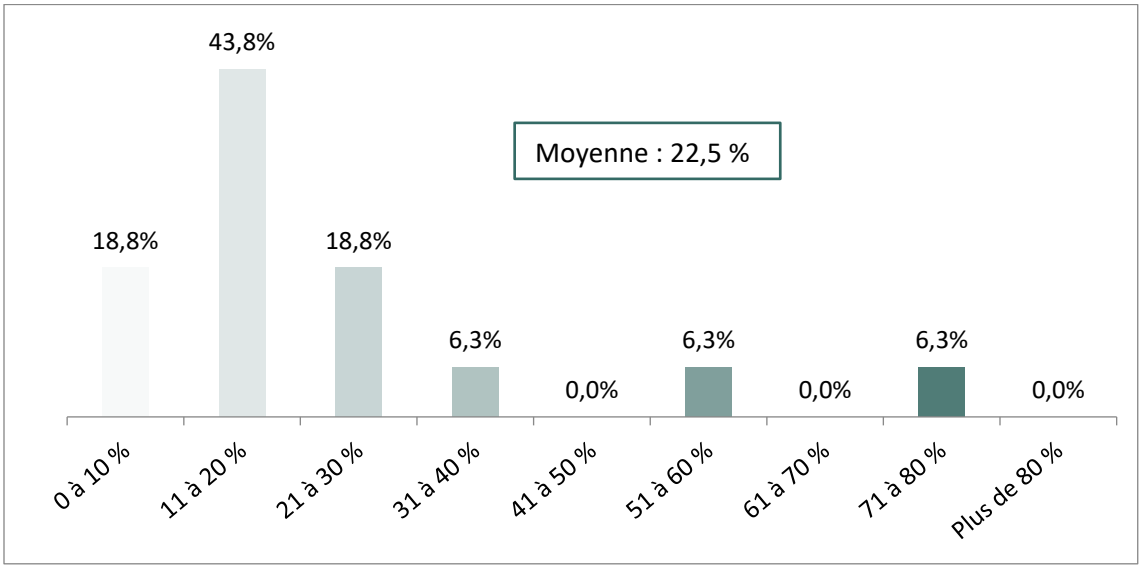
Quant aux dépenses des entreprises, la figure 19 montre que 84,2 % des entreprises sondées ont observé une variation à la hausse de leurs dépenses au cours des dernières années en raison de la pénurie de semi-conducteurs.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 19 Variation des dépenses des entreprises sondées en raison de la pénurie de semi-conducteurs

Pour les entreprises qui ont connu des hausses de dépenses en lien avec la pénurie de semi-conducteurs, leurs dépenses ont augmenté en moyenne de 22,5 %. La majorité (62,6 %) d'entre elles ont observé des hausses de 20 % ou moins. Parmi les entreprises qui ont connu des hausses de dépenses se retrouvent des entreprises de toutes les tailles et de tous les sous-secteurs d'activité.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 20 Proportion de l'augmentation des dépenses engendrée par la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises (n = 32)

Les entreprises qui ont pu maintenir leurs niveaux de dépenses pré-pénurie sont majoritairement (66,7 %) des entreprises de grande taille (500 employés et plus).

Bref, il est positif de constater que près de trois entreprises sur quatre ont pu maintenir ou augmenter leurs revenus malgré la présence de la pénurie. Cependant, plus de quatre entreprises sur dix ont observé une augmentation de leurs dépenses. Il est donc possible que la marge bénéficiaire de la plupart des entreprises ait diminué durant cette période.

Situation du secteur automobile

La pénurie de puces électroniques a durement affecté la production des constructeurs automobiles en 2021. Certains constructeurs ont dû diminuer leur production de véhicules automobiles sous le seuil qu'ils avaient atteint en 2020, en plein cœur de la crise pandémique. Cela a non seulement affecté économiquement les travailleurs du secteur, mais aussi les sous-traitants et les consommateurs[93]. À la fin de 2021, l'industrie automobile de l'Europe ne s'était pas encore remise des retards occasionnés par la pénurie de 2020. Par exemple, en Suisse, il fallait plus de quatre mois d'attente avant de recevoir la voiture la plus vendue du pays, entre janvier et septembre 2021[94].

De grands joueurs de la production automobile ont dû arrêter leur chaine de production ou la réorganiser complètement. Certains constructeurs prévoyaient même produire des véhicules ne contenant pas certains modules habituels (ex. : système de contrôle de la consommation de carburant)[95].

La pénurie de semi-conducteurs freine également la transition énergétique, surtout dans le cas du transport routier. Comme discuté précédemment, de plus en plus de puces électroniques sont utilisées par le secteur de l'automobile et des autres types de véhicules routiers en raison du fait que les véhicules électriques nécessitent plus de puces électroniques que les véhicules à moteur à combustion[96]. La demande de puces de ce secteur est en croissance alors que l'offre est limitée, ce qui diminue la capacité de production de véhicules électriques.

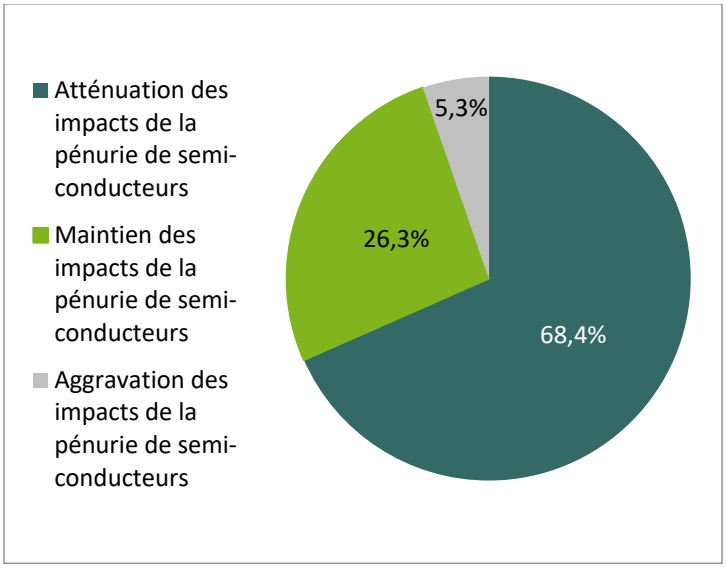
4.1 Évolution anticipée

Lors de l'enquête, les entreprises étaient questionnées sur l'évolution des enjeux connus liés à la pénurie de semi-conducteurs depuis le début de l'année 2023 (figure 21). Ce sont 68,4 % des entreprises sondées qui remarquent une atténuation des impacts de la pénurie de semi-conducteurs depuis le début de l'année. Il est également positif de constater que très peu (5,3 %) d'entreprises observent une aggravation de la pénurie de semi-conducteurs depuis le début de 2023. Les entreprises qui constatent une détérioration sont de très petites entreprises (1 à 9 employés) du sous-secteur de la fabrication d'instruments de mesure et de commande et d'instruments médicaux.

Lors des entrevues de fond, les entreprises étaient également optimistes à propos de l'évolution de la pénurie depuis le début de l'année 2023. Elles remarquent toutes que les impacts de la pénurie s'atténuent depuis les derniers mois, mais restent tout de même vigilantes quant à l'évolution possible des choses. Les retards dans la réception des intrants et dans la livraison des produits s'amoindrissent, les

[93] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)
[94] *Ibid.*
[95] Pénurie de semi-conducteurs | De petites puces, mais de gros problèmes | La Presse
[96] Pénurie globale de puces - Research Collection (ethz.ch)

prix semblent diminuer légèrement et les besoins de main-d'œuvre sont généralement revenus à la normale. Certaines croient toutefois que ces améliorations sont le résultat d'une diminution temporaire de la demande causée par le niveau élevé de stocks de pièces dans les entreprises du secteur, car celles-ci ont adopté une stratégie de surstockage en réponse à la pénurie de semi-conducteurs.



Source : Données du sondage en ligne

Figure 21 Évolution des enjeux connus par les entreprises sondées en lien avec la pénurie de semi-conducteurs depuis le début de l'année 2023

Selon les experts à travers le monde, les avis sont aussi mitigés. Selon la firme McKinsey, les pressions sur le marché des semi-conducteurs devraient persister durant l'année 2023[97]. De plus, les experts du secteur de la production de semi-conducteurs en Corée estiment que la situation de la pénurie ne devrait pas s'améliorer significativement avant la fin de 2023 ou même 2024[98]. Toutefois, d'autres avis montrent qu'au début de l'année 2023 les pressions sur disponibilité des semi-conducteurs liés à l'impact de la COVID-19 et à la croissance de la demande ont commencé à se résorber[99].

4.2 Solutions

Les entreprises sondées étaient invitées à se prononcer sur les mesures et les initiatives qu'elles ont mises en place pour contrer les effets de la pénurie de semi-conducteurs. Le tableau 24 présente leurs réponses. Le choix « autre » comprend des entreprises qui ont choisi d'augmenter leur inventaire et d'autres qui n'ont mis en place aucune initiative.

[97] Chip hunting: The semiconductor procurement solution when other options fail | McKinsey
[98] La pénurie de semi-conducteurs risque de durer jusqu'en 2024 (lesoleil.com)
[99] Chip hunting: The semiconductor procurement solution when other options fail | McKinsey

Tableau 24 Initiatives et moyens mis en place pour pallier la pénurie de semi-conducteurs dans les entreprises sondées

Principales causes	Proportion
Recours à de nouveaux fournisseurs	84,2 %
Prévision des besoins futurs en semi-conducteurs pour faire des commandes à l'avance	78,9 %
Surstocker les pièces	73,7 %
Utilisation de composantes équivalentes pour remplacer celles non disponibles	68,4 %
Recours à des revendeurs	63,2 %
Validation de la disponibilité des semi-conducteurs et de leur prix avant de confirmer la commande d'un client	57,9 %
Nouvelle conception (redesign) d'une pièce ou d'un produit comprenant des semi-conducteurs	52,6 %
Modification des produits comprenant des semi-conducteurs	36,8 %
Offre d'aide aux clients pour les aider à trouver des pièces	31,6 %
Embauche d'employés dédiés à la gestion des stocks, aux achats et à la recherche de nouveaux fournisseurs	26,3 %
Utilisation de logiciels pour la gestion des commandes	26,3 %
Utilisation de logiciels pour la gestion des stocks	26,3 %
Recours à des fournisseurs ou producteurs locaux	10,5 %
Autre	10,5 %

Source : Données du sondage en ligne

L'offre de semi-conducteurs a été au cours des dernières années et est toujours (en date du printemps 2023) un enjeu de taille pour de nombreuses industries à travers le monde. Quelques entreprises se sont tournées vers des solutions d'IA pour solidifier leur chaine d'approvisionnement et ainsi être en mesure de mieux s'adapter aux changements dans les prix et dans la demande de semi-conducteurs[100]. L'IA peut également servir aux fabricants qui ont besoin de semi-conducteurs pour identifier de nouveaux fournisseurs de semi-conducteurs et les mettre en relation, accélérant ainsi le processus de recherche pour trouver les bonnes composantes[101]. Cependant, les résultats du sondage en ligne laissent croire que peu d'entreprises du secteur manufacturier électronique québécois se sont tournées vers les solutions d'IA pour pallier les impacts la pénurie de semi-conducteurs, puisqu'aucune entreprise n'a mentionné l'avoir fait.

Selon McKinsey, la méthode la plus efficace pour contrer les effets d'une pénurie de semi-conducteurs sur le secteur manufacturier serait de combiner une stratégie d'approvisionnement à court terme et une stratégie à moyen ou long terme. L'utilisation de l'IA serait une stratégie efficace à court terme.

[100] Chip hunting: The semiconductor procurement solution when other options fail | McKinsey
[101] *Ibid.*

Pour le long terme, les entreprises gagneraient à identifier les intrants à plus haut risque de pénurie et à mettre en place une stratégie d'approvisionnement pour atténuer ces risques[102]. L'une des entreprises interviewées a souligné évaluer le niveau de risque des composantes avant de les acheter afin de ne pas se retrouver avec un surplus de pièces. À l'aide d'un logiciel qui contient les données des stocks des fournisseurs, l'entreprise pouvait déterminer les pièces à risque de connaitre une pénurie. De plus, 73,7 % des entreprises sondées ont indiqué utiliser une stratégie de surstockage. Une entreprise manufacturière électronique a souligné que les entreprises avaient déjà commencé à commander davantage de semi-conducteurs que nécessaires au début de l'année 2021, afin de se créer une réserve. Cela a eu pour effet d'amplifier encore plus la pénurie existante[103]. Le surstockage de pièces, bien que dénoncé par la plupart des entreprises interviewées comme étant un problème qui a contribué à aggraver la pénurie de semi-conducteurs en créant une demande artificielle des produits, est une solution utilisée par plusieurs d'entre elles. Aussi, 78,9 % des entreprises sondées avaient tenté de prévoir les besoins futurs de l'entreprise, et commandaient des composantes d'avance.

À l'opposé, certaines entreprises se tournent davantage vers de nouveaux fournisseurs pour lesquels les produits sont moins à risque d'approvisionnement[104]. Les manufacturiers électroniques pourraient également se tourner davantage vers les concepteurs de pièces électroniques plutôt que vers les fabricants pour créer de meilleurs niveaux de contacts et mieux faire connaitre leur demande[105]. Le recours à de nouveaux fournisseurs est d'ailleurs la solution la plus utilisée par les entreprises sondées (84,2 %) et 63,2 % d'entre elles ont fait affaire avec des revendeurs. D'ailleurs, plus de la moitié des entreprises interviewées ont aussi opté pour cette solution. L'une d'entre elles a choisi de faire affaire avec des producteurs et fournisseurs locaux pour s'approvisionner en intrants, même si, selon elle, ceux-ci peuvent couter de 25 % à 30 % plus cher que le prix normalement payé pour des intrants provenant d'Asie.

Bien que, dans certains cas, le changement de fournisseur d'intrants ait été inévitable, ce ne serait pas la meilleure solution à envisager. Changer de fournisseur pour un autre peut généralement ajouter un an ou plus à la production. Ce genre de changement nécessite des ajustements dans la conception des produits pour s'adapter aux procédés de fabrication des nouveaux fournisseurs. De plus, les puces peuvent être soumises à des droits de propriété intellectuelle appartenant au fournisseur, ce qui peut compliquer davantage le changement de fournisseur[106].

L'utilisation de pièces équivalentes pour remplacer celles non disponibles est aussi une solution qui a été utilisée par une grande partie des répondants (68,4 %). La majorité des entreprises consultées lors des entrevues de fond ont aussi utilisé cette solution. Cependant, comme le changement de fournisseurs, cette solution peut aussi engendrer des ajustements de conception des produits et obliger les entreprises à faire certifier à nouveau leurs produits. D'ailleurs, 52,6 % des entreprises sondées ont indiqué avoir refait la conception de leurs produits et 36,8 % ont indiqué avoir modifié leurs produits finaux.

Plusieurs entreprises ont aussi modifié directement leur manière de faire des commandes de pièces. Plus de la moitié d'entre elles (57,9 %) vérifient maintenant la disponibilité et le prix des intrants dont elles ont besoin avant de confirmer aux clients que leur commande sera produite. Plusieurs d'entre elles ont embauché de nouveaux employés dédiés entièrement à la gestion et à la recherche d'intrants (26,3 %) et

[102] *Ibid.*
[103] Pénurie de semi-conducteurs | De petites puces, mais de gros problèmes | La Presse
[104] Chip hunting: The semiconductor procurement solution when other options fail | McKinsey
[105] *Ibid.*
[106] The semiconductor shortage in autos: Strategies for success | McKinsey

ont commencé à utiliser des logiciels de gestion de commande (26,3 %) et de stocks (26,3 %). L'une des entreprises consultées lors des entrevues de fond a toutefois indiqué qu'il est difficile d'utiliser des logiciels d'achats et de stocks pour essayer de pallier les problèmes occasionnés par la pénurie. Les prix et la disponibilité des intrants variaient si rapidement que les données observées ne sont pas bonnes si le logiciel ne se met pas à jour automatiquement.

Des entreprises qui font de la sous-traitance (c'est-à-dire qui s'occupent seulement de l'assemblage de produits électroniques pour leurs clients et ne font pas de conception ni d'ingénierie) et qui ne commandent généralement pas elles-mêmes les pièces qu'elles utilisent, ont offert de l'aide à leurs clients dans la recherche de pièces disponibles (31,6 % des entreprises sondées).

Les entrevues de fond ont fait ressortir qu'en réponse à la situation plusieurs entreprises ont mis en place des politiques de partage de risque avec les clients. Certaines de ces entreprises demandent aux clients de prévoir leurs besoins pour pouvoir programmer plusieurs mois allant même jusqu'à un an d'avance la production de leur commande. D'autres entreprises demandent à leurs clients de supporter des couts d'avance. Par exemple, si l'entreprise de fabrication achète tous les intrants nécessaires pour la production d'une commande, sauf un parce qu'il n'est pas disponible, le client devra payer pour les intrants commandés même si la production ne peut pas encore débuter plutôt que de payer une fois le produit terminé.

L'une des entreprises interviewées, pour faire face à la pénurie, a mis de l'avant ses produits plus vieux auprès de ses clients, car les plus vieilles composantes électroniques étaient plus faciles à trouver durant la pénurie de semi-conducteurs que les composantes nouvellement développées. À l'opposé, deux autres entreprises interviewées croient que les producteurs de semi-conducteurs vont bientôt cesser de produire de vieilles composantes qui sont moins utilisées, pour se concentrer sur la production de composantes plus récentes et plus demandées. Elles encouragent donc leurs clients à opter pour leurs produits récents, puisque les pièces pour réparer des produits plus vieux pourraient bientôt ne plus être disponibles.

À plus grande échelle, il est unanime chez les entreprises consultées lors des entrevues de fond que la solution à la pénurie de semi-conducteurs ne relève pas d'un acteur spécifique comme Élexpertise, une association sectorielle ou le gouvernement du Québec. Il s'agit d'un problème à plus grande échelle. Quelques-unes des entreprises interviewées croient que davantage de collaboration entre les entreprises québécoises ainsi que davantage de représentation auprès des gouvernements provincial et fédéral fait par l'ISEQ sont deux solutions à envisager. Elles permettraient au secteur manufacturier électronique québécois d'avoir un peu plus de pouvoir sur la situation actuelle.

La majorité des entreprises interviewées ont indiqué que ce qui pourrait aider à réduire la dépendance du monde envers l'Asie en ce qui a trait aux semi-conducteurs est la réalisation d'énormes investissements en production de semi-conducteurs. D'ailleurs, le Canada présente plusieurs avantages intéressants qui pourraient lui attirer des investissements pour développer sa production de semi-conducteurs. Ceux-ci sont discutés dans la section ci-dessous.

Avantages canadiens

La pénurie de semi-conducteurs a son lot d'impacts sur les entreprises du secteur manufacturier électronique, mais elle représente une opportunité pour l'arrivée de nouveaux acteurs dans le secteur et de nouvelles occasions d'investissement au Canada. Le pays a l'occasion de jouer un rôle dans l'atténuation de la pénurie de semi-conducteurs au cours des prochaines années[107].

Le Canada détient un accès privilégié aux marchés liés à fabrication et la conception de semi-conducteurs en raison de ses 15 accords de libre-échange avec 51 pays distincts. Le pays a maintenu une chaine d'approvisionnement solide durant la pandémie, ce qui lui confère un avantage dans le secteur de la fabrication de pointe. Le pays a aussi éliminé plusieurs droits de douane sur les intrants, le matériel de fabrication et les machines, ce qui permet aux semi-conducteurs du Canada d'avoir un avantage concurrentiel à l'importation de ceux-ci[108]. De plus, l'une des plus grandes entreprises de distribution de composantes électroniques au monde se situe à Montréal, ce qui représente un autre atout pour le pays.

Le Canada présente aussi des avantages sur le plan de l'environnement. Comme discuté à la section 3, les pays qui produisent actuellement des semi-conducteurs font face à davantage d'instabilité environnementale, ce qui peut mettre en péril la chaine d'approvisionnement en semi-conducteurs. Quant au territoire canadien, il comprend beaucoup d'eau douce à prix abordable, ce qui est utile dans la fabrication de semi-conducteurs. Le pays possède également une grande production d'énergie qui provient de sources sans émissions polluantes. Par ailleurs, le faible risque de catastrophes naturelles au Canada permet d'assurer que l'approvisionnement en électricité est stable et qu'une production de semi-conducteurs s'y ferait sans interruption[109].

Toutefois, lorsqu'il est question de couts de production, le Québec et le Canada peuvent s'avérer moins intéressants que les pays asiatiques. Les entreprises consultées lors des entrevues de fond ont souligné que c'est surtout ce facteur qui agit comme frein à la production de semi-conducteurs au Canada. Le cout de production est si faible en Asie que faire de la production au Québec ou au Canada ferait augmenter les prix des intrants de façon exponentielle. Ces différences de couts reposent surtout sur la rémunération de la main-d'œuvre. L'automatisation des procédés pourrait toutefois réduire les couts de main-d'œuvre et permettre aux produits canadiens d'être compétitifs.

De plus, le bassin de main-d'œuvre diplômée en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STIM) du Canada est important et souvent sollicité par les producteurs mondiaux de semi-conducteurs. La différence du cout de la vie dans certaines provinces canadiennes par rapport à certains états américains (ex. : Texas, Arizona, Oregon, etc.) rendrait donc la production de semi-conducteurs au Canada plus abordable au niveau des couts de la main-d'œuvre[110].

[107] Pourquoi le Canada est la solution à la pénurie mondiale de semi-conducteurs | Invest in Canada (investircanada.ca)
[108] *Ibid.*
[109] *Ibid.*
[110] *Ibid.*

D'ailleurs, le Canada possède bon nombre de centres d'innovation et de fabrication sur les semi-conducteurs, favorisant ainsi la croissance de l'industrie sur son territoire :

- Le département d'ingénierie des matériaux de l'Université de la Colombie-Britannique, qui se concentre sur la recherche concernant les semi-conducteurs ;
- La région de Waterloo en Ontario, qui est un pôle technologique et manufacturier comprenant Waterloo Engineering, la plus grande école d'ingénierie du Canada ;
- Ottawa, qui possède la seule fonderie de semi-conducteurs exploitée publiquement en Amérique du Nord ;
- Polytechnique Montréal, qui comprend le Nano and Quantum Semiconductors Laboratory ;
- La Chaire de recherche en sciences ultrarapides de l'Université Dalhousie en Nouvelle-Écosse, qui cherche à élaborer de nouvelles technologies en matière de semi-conducteurs[111].

Il semble donc que le Canada est actuellement en mesure de se démarquer dans les secteurs de la recherche et développement, de l'ingénierie et de la conception de semi-conducteurs, mais est moins équipé pour la fabrication de semi-conducteurs. Le désir du regroupement SILICAN de développer ce créneau pourrait permettre au Canada de maitriser toutes les étapes de production des semi-conducteurs.

De plus, le Canada est le premier pays à s'être doté d'une stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle (IA) et détient une expertise de niveau mondial dans ce domaine. Comme il est estimé que l'IA et l'apprentissage automatique seront utilisés dans le secteur de la fabrication de semi-conducteurs dans les prochaines années pour accélérer son développement et réduire les couts de fabrication, le Canada serait ainsi une bonne solution pour l'implantation d'entreprises de fabrication de semi-conducteurs[112]. Cela permettrait donc aux produits canadiens de demeurer à des prix plus près de ceux des composantes produites en Asie.

Toutefois, l'une des entreprises interviewées a souligné le fait que des usines de productions seraient difficiles à installer au Canada, et plus particulièrement au Québec, à cause de la nature polluante de ces dernières. L'acceptabilité sociale serait un enjeu important dans l'éventualité où une usine de semi-conducteurs voudrait s'installer au Québec.

En résumé, les entreprises du secteur ont mis en place plusieurs initiatives pour pallier les enjeux rencontrés dans le cadre de la pénurie de semi-conducteurs : de nouvelles stratégies d'approvisionnement, un changement dans les composantes utilisées, des accords avec des clients et autres. Toutefois, pour régler les problèmes à plus grande échelle, il semble impératif que d'importants investissements soient faits pour développer la fabrication de semi-conducteurs en Occident. Le Canada semble être un territoire tout indiqué pour développer ce créneau, grâce aux nombreux avantages (politiques, environnementaux, technologiques, etc.) que ce pays présente.

[111] Pourquoi le Canada est la solution à la pénurie mondiale de semi-conducteurs | Investir au Canada (investircanada.ca)
[112] *Ibid.*

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le secteur manufacturier électronique québécois a été confronté à de nombreux défis de taille au cours des dernières années. Le dernier quinquennat a été difficile pour le secteur, qui a vu son nombre d'entreprises diminuer, et plus particulièrement pour ses petites entreprises et ses travailleurs autonomes.

Toutefois, les entreprises qui sont demeurées dans le secteur ont fait preuve de résilience face aux grandes perturbations rencontrées : le taux de chômage est resté faible, le nombre d'emplois a augmenté et la rémunération des travailleurs aussi. Les données recueillies montrent qu'il y a encore une prédominance d'hommes dans le secteur et qu'il y a six fois plus de main-d'œuvre en âge de partir à la retraite d'ici 10 ans que de main-d'œuvre de 25 ans et moins. Il semble que depuis quelques années, le secteur manufacturier est moins mobilisateur chez la jeune main-d'œuvre.

- Pour attirer la main-d'œuvre sous-représentée (comme les femmes et les jeunes travailleurs), les organisations comme les comités sectoriels de main-d'œuvre, les associations sectorielles, les centres de formation, les entreprises du secteur et les gouvernements devraient développer de nouvelles stratégies et mettre en place des initiatives de promotion et de valorisation : des métiers du secteur manufacturier ; des formations qui mènent à ces métiers ; des progrès technologiques, environnementaux et culturels du secteur ; des développements récents dans la gestion des ressources humaines, les conditions de travail, la gestion de la qualité et la santé et sécurité au travail.

Sur le plan économique, le secteur manufacturier électronique québécois a observé beaucoup de fluctuations dans ses ventes, revenus, dépenses et prix des biens produits. Le PIB de l'ensemble du secteur a diminué au cours de la dernière décennie, et les secteurs de la fabrication de matériel informatique et périphérique, de la fabrication de matériel de communication, et de la fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques sont ceux qui ont été les plus affectés négativement.

Les données collectées mettent en lumière que les entreprises qui fabriquent des produits électroniques se spécialisent généralement dans la production de tels biens. C'est ce qui peut expliquer pourquoi leurs activités sont autant affectées par les perturbations dans l'approvisionnement en composantes électroniques.

Plusieurs développements se sont produits dans le secteur des semi-conducteurs dans la dernière décennie. La croissance de la performance et la miniaturisation des semi-conducteurs sont les tendances les plus marquantes des dernières années dans le secteur des semi-conducteurs et celles-ci devraient se poursuivre au cours des années à venir. Ces changements ont aussi une incidence sur les équipements utilisés en fabrication électronique et les techniques d'assemblage. L'IoT est aussi une des grandes tendances qui s'est intensifiée au cours de la dernière décennie et qui devrait poursuivre son développement dans les prochaines années. La croissance observée de l'utilisation des semi-conducteurs en général devrait se poursuivre durant encore plusieurs années, ce qui devrait faire augmenter la demande de main-d'œuvre du secteur manufacturier électronique québécois. En période de manque de main-d'œuvre et considérant la difficulté du secteur à attirer de la jeune main-d'œuvre, cette possibilité risque d'inciter les entreprises à se tourner vers des solutions de procédés automatisés pour faire face à l'avenir et, par le fait même, réduire leurs couts de production. Les entreprises consultées ont toutefois indiqué que ces développements n'ont pas nécessité la création de nouveaux postes ou le développement de nouvelles compétences particulières.

- Comme les entreprises anticipent que les semi-conducteurs, les techniques d'assemblage et les équipements utilisés continueront de se développer dans les années à venir, le comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique (Élexpertise) ainsi que les centres de formation et le gouvernement provincial devraient assurer une veille technologique et sonder les besoins du marché de la fabrication électronique sur les formations qui seront à mettre en place pour les postes en production du secteur. Ces organisations devraient mettre à jour les formations existantes ou en créer de nouvelles pour couvrir les compétences nécessaires au travail dans les usines automatisées, à l'utilisation de l'*advanced packaging*, à l'assemblage avec les pièces encore plus petites, à l'utilisation des nouveaux équipements qui seront développés, etc.

- Comme tout indique que le secteur devrait faire un virage numérique pour faire face à l'augmentation de la demande et le manque de relève, le gouvernement devrait mettre en place des mesures pour encourager les entreprises et les soutenir dans ce changement. Des subventions et des programmes de financement pour aider les entreprises dans l'automatisation de leurs procédés et la formation de leur personnel qui s'occupera du bon fonctionnement de ces équipements devraient être déployés.

Sur le plan politique, depuis quelques années d'importants investissements se font à travers le monde dans le secteur des semi-conducteurs pour stimuler la production de ceux-ci, en réponse à la pénurie. Le secteur est fortement concentré en Asie. L'Occident désire s'incruster plus fortement dans le volet production du secteur pour stabiliser davantage les chaines d'approvisionnement. Malgré les nombreux investissements réalisés à travers la planète, le marché devrait rester irrégulier encore quelques années, le temps que les projets développés à l'aide de ces investissements soient mis en place. De plus, les enjeux politiques qui planent entre la Chine et les États-Unis ou entre la Chine et Taïwan pourraient aggraver la situation actuelle déjà précaire.

En ce qui concerne les causes de la pénurie de semi-conducteurs, elle est le fruit de plusieurs évènements et perturbations de la chaine d'approvisionnement et il n'y a pas de consensus entre les acteurs du marché sur la date à laquelle celle-ci a débuté. La pandémie de la COVID-19 a perturbé autant l'offre (par les fermetures d'usine et l'absence d'employés au travail) et la demande (par les besoins d'automobiles et d'appareils pour l'Internet, le télétravail, les communications et le divertissement) de semi-conducteurs et d'appareils électroniques. Les enjeux géopolitiques, dont les sanctions américaines envers l'une des fonderies chinoises, ont aussi ajouté au manque d'offre de semi-conducteurs. Plusieurs enjeux environnementaux sont également à l'origine de la pénurie, affectant l'offre (par les problèmes d'approvisionnement en électricité et en eau) et la demande (par la transition vers les véhicules électriques, entre autres) de semi-conducteurs. Les habitudes de consommation des individus sont aussi en cause, créant une demande excessive pour les semi-conducteurs et les produits électroniques.

La pénurie de semi-conducteurs a eu de fortes conséquences sur les intrants commandés par les entreprises du secteur. Le prix des intrants a augmenté de près de 60 %, affectant la rentabilité de certaines entreprises. Les délais de réception des intrants ont passé à plus de six mois pour la majorité des entreprises et des composantes essentielles à la production de certaines entreprises n'étaient simplement pas disponibles. Les changements de fournisseurs, de pièces utilisées et la présence accrue de pièces contrefaites ont fait augmenter la quantité de tests effectués et les demandes de certification, ce qui a contribué à augmenter les délais de production des entreprises. De plus, le nombre croissant de revendeurs sur le marché a contribué à l'accentuation de ces problématiques.

- Les délais occasionnés par l'importante demande pour le personnel et les organisations de tests et de certification dans le cadre de la pénurie de semi-conducteurs montrent que les ressources disponibles n'étaient pas suffisantes pour répondre à la demande. Le secteur pourrait bénéficier de la formation de plus de personnel qualifié pour l'assurance de la qualité des produits. Avec les entreprises qui anticipent que les producteurs de semi-conducteurs vont discontinuer de plus vieux modèles de composantes, la demande pour les tests de pièces et la certification de produits ne devrait pas dérougir. Les entreprises du secteur, Élexpertise, les centres de formation et les organisations de certification devraient collaborer entre elles pour assurer le développement de ce créneau au Québec.

En ce qui concerne les conséquences sur les produits des entreprises, le contexte de la pénurie de semi-conducteurs a fait augmenter le prix de vente des biens produits et entrainé des délais de production de plusieurs semaines allant même jusqu'à plusieurs mois. De plus, il y a deux fois plus d'entreprises qui ont indiqué avoir perdu des contrats et des clients dans le contexte de la pénurie que d'entreprises qui en ont gagné.

Il est encourageant de constater qu'il y a deux fois plus d'entreprises qui ont procédé à des embauches que d'entreprises qui ont dû faire des licenciements. Aucune entreprise n'a souligné avoir dû licencier de façon permanente des travailleurs. La pénurie de semi-conducteurs ne semble donc pas avoir eu trop de conséquences sur les travailleurs du secteur, possiblement en partie à cause du manque général de travailleurs au Québec qui était déjà présent avant la pénurie.

Au niveau des finances des entreprises du secteur, il est positif de constater que près de trois entreprises sur quatre ont pu maintenir ou augmenter leurs revenus malgré la présence de la pénurie. Cependant, plus de quatre entreprises sur dix ont observé une augmentation de leurs dépenses. Il est donc possible que la marge bénéficiaire de la plupart des entreprises ait diminué durant cette période.

Pour faire face aux enjeux rencontrés dans le cadre de la pénurie de semi-conducteurs, les entreprises du secteur ont mis en place plusieurs initiatives : de nouvelles stratégies d'approvisionnement, un changement dans les composantes utilisées, des accords avec des clients et autres. Toutefois, ces solutions permettent d'atténuer les problèmes d'approvisionnement de façon temporaire et à petite échelle.

- Des associations comme le pôle d'excellence de l'industrie des systèmes électroniques du Québec (ISEQ) et les Manufacturiers et Exportateurs du Québec (MEQ) pourraient mettre en place des efforts de représentation auprès des gouvernements afin de faire connaitre davantage les enjeux du secteur et favoriser la mise en place d'actions gouvernementales.

- Élexpertise pourrait mettre en place une infolettre hebdomadaire pour informer les entreprises du secteur des mises à jour, des tendances et des grandes nouvelles du secteur manufacturier électronique pour aider les entreprises à anticiper les enjeux à venir.

Pour régler les problèmes à plus grande échelle, des actions doivent être prises par de grands acteurs de pouvoir pour élargir le secteur et solidifier les chaines d'approvisionnement. Il semble impératif que d'importants investissements soient faits pour développer la fabrication de semi-conducteurs en Occident. Le Canada pourrait être une solution de choix pour développer ce créneau, grâce aux nombreux avantages politiques, environnementaux et technologiques qu'il présente.

ANNEXE

Questionnaire de sondage en ligne

Étude sur les impacts de la pénurie de semi-conducteurs sur la main-d'œuvre du secteur manufacturier électronique québécois

Présentation

La présente étude est réalisée pour le compte du Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique (Élexpertise). Les réponses que vous fournirez permettront d'alimenter l'étude sur les impacts de la pénurie de semi-conducteurs sur le secteur manufacturier électronique québécois. Toutes les entreprises ayant remplis le questionnaire se verront envoyer gratuitement une copie de l'étude lorsqu'elle sera terminée.

Si vous êtes une entreprise internationale, nous vous demandons de répondre aux questions en fonction de la portion de vos activités relatives au marché québécois.

Processus

À tout moment en remplissant le questionnaire, vous pouvez prendre une pause sans fermer la fenêtre de navigation pour conserver votre progression. Nous vous demandons de répondre au meilleur de vos connaissances à l'ensemble des questions. Si vous êtes dans l'impossibilité de répondre à l'une d'entre elles, vous pouvez simplement l'ignorer et cela ne vous empêchera pas de progresser dans le questionnaire.

Confidentialité

Le Groupe DDM, mandaté pour réaliser l'étude, ne peut divulguer sous aucun motif les informations transmises par les répondants. Les données seront présentées par secteur ; aucun résultat ne pourra donc être directement identifiable à votre organisation. La section sur l'identification de votre entreprise servira uniquement à procéder au tirage, à éviter de vous relancer à plusieurs reprises une fois le questionnaire rempli, ainsi qu'à vous faire parvenir une copie de l'étude une fois celle-ci terminée.

Le questionnaire est d'une durée d'environ **10 minutes.**

Pour toute question concernant l'étude, vous pouvez contacter les représentants suivants :

Chargée de projet Groupe DDM : Joanie Guérin - joanie.guerin@groupe-ddm.com

Chargé de projet Élexpertise : Marc-Olivier Lapointe – molapointe@elexpertise.qc.ca

Tirage

Deux (2) prix de 50$ seront remis aléatoirement directement aux répondants ayant soumis un questionnaire complet. Si vous êtes sélectionné, vous serez contacté au courriel que vous aurez indiqué à la section suivante à la clôture de l'enquête en ligne.

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

Identification de l'entreprise

Votre prénom et nom

Votre courriel

Nom de l'entreprise

Votre poste dans l'entreprise

Taille de l'entreprise

Région administrative de l'entreprise

Secteur d'activité principal de l'entreprise

(c'est-à-dire celui qui engendre la plus grande part du chiffre d'affaires de l'entreprise)

Pour plus de détails sur les secteurs d'activité, reportez-vous à ce document.

- ○ Fabrication de matériel informatique et périphérique
- ○ Fabrication de matériel de communication
- ○ Fabrication de matériel audio et vidéo
- ○ Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques
- ○ Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux (excluant la fabrication d'instruments de navigation et de guidage)
- ○ Autre (précisez) :

Secteur(s) d'activité secondaire(s) de l'entreprise

Sélectionnez tous les choix applicables à votre situation

- [ ] Fabrication de matériel informatique et périphérique
- [ ] Fabrication de matériel de communication
- [ ] Fabrication de matériel audio et vidéo
- [ ] Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques
- [ ] Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande, et d'instruments médicaux (excluant la fabrication d'instruments de navigation et de guidage)
- [ ] Autre (précisez) :

Quelle affirmation décrit le mieux votre entreprise parmi les suivantes : *

- ○ L'entreprise produit des semi-conducteurs
- ○ L'entreprise utilise des semi-conducteurs dans ses procédés de fabrication
- ○ L'entreprise produit des semi-conducteurs et utilise des semi-conducteurs dans ses procédés de fabrication
- ○ L'entreprise ne produit pas et n'utilise pas de semi-conducteurs dans ses procédés de fabrication

Utilisation des semi-conducteurs

Comment qualifieriez-vous la présence des semi-conducteurs dans votre chaine de production ?

- ○ Indispensable (les semi-conducteurs sont présents dans 100 % des produits)
- ○ Très importante (les semi-conducteurs sont présents dans 75 % à 99 % des produits)
- ○ Importante (les semi-conducteurs sont présents dans 50 % à 74 % des produits)
- ○ Tout de même importante (les semi-conducteurs sont présents dans 25 % à 49 % des produits)
- ○ Minime (les semi-conducteurs sont présents dans 0 % à 24 % des produits)

Les biens contenant des semi-conducteurs représentent quelle proportion de vos recettes ?

La production de semi-conducteurs représente quelle proportion de vos recettes ?

Comment l'utilisation de semi-conducteurs a-t-elle évolué au cours des 10 dernières années ?

Vous pouvez sélectionner plusieurs choix

- [ ] Les semi-conducteurs ont été intégrés à des produits n'en contenant pas auparavant
- [ ] Les semi-conducteurs ont été intégrés en plus grand nombre dans des produits en contenant déjà
- [ ] Le nombre de semi-conducteurs dans des produits en contenant déjà a été réduit
- [ ] Les SiP (System in a Package ou Multi-Chip Module) sont devenus plus courants
- [ ] Les semi-conducteurs sont devenus plus performants
- [ ] Les semi-conducteurs permettent maintenant à une seule composante d'effectuer les fonctionnalités qui étaient effectuées par plusieurs composantes auparavant
- [ ] La taille des semi-conducteurs utilisés a été réduite
- [ ] Les équipements utilisés pour manipuler les semi-conducteurs ont dû être changés pour s'adapter à la nature plus délicate des semi-conducteurs
- [ ] La durée de vie des semi-conducteurs s'est allongée
- [ ] La durée de vie des semi-conducteurs est devenue plus courte
- [ ] Les normes de qualité en matière de semi-conducteurs sont devenues plus restrictives
- [ ] Autres (précisez) :

Croyez-vous que l'utilisation de semi-conducteurs sera portée à croitre au cours des 10 prochaines années ?

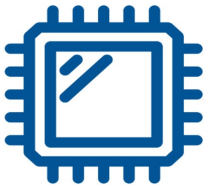
- ○ Oui
- ○ Non
- ○ Ne sait pas

Qu'est-ce qui entrainera l'augmentation la demande de semi-conducteurs ?

Vous pouvez sélectionner plusieurs choix

- [ ] L'augmentation de l'utilisation de SiP (System in a Package ou Multi-Chip Module)
- [ ] La diversification des produits contenant des semi-conducteurs
- [ ] L'augmentation de la demande de biens contenant des semi-conducteurs
- [ ] Le remplacement des appareils électroniques sur une courte période (ex. : préférence des consommateurs pour les appareils dernier cri, possible obsolescence programmée, etc.)
- [ ] La croissance de la population utilisant des appareils électroniques
- [ ] Autre (précisez) :

Cela aura-t-il un impact sur la demande de main-d'œuvre ?



- ○ Oui
- ○ Non
- ○ Ne sait pas

Comment ?

- ○ Hausse de la demande de main-d'œuvre dans l'industrie manufacturière électronique
- ○ Diminution de la demande de main-d'œuvre dans l'industrie manufacturière électronique

Causes et conséquences de la pénurie de semi-conducteurs

Selon vos connaissances, quelles sont les principales causes de la pénurie de semi-conducteurs ?

Vous pouvez sélectionner plusieurs choix

- [ ] Diminution de l'offre en lien avec la fermeture temporaire des usines de production de semi-conducteurs causée par la COVID-19
- [ ] Augmentation de la demande mondiale d'appareils électroniques personnels pour le télétravail en lien avec la COVID-19 (ex. : ordinateurs, moniteurs, claviers, etc.)
- [ ] Augmentation de la demande mondiale d'appareils électroniques et d'infrastructures de télécommunication en lien avec la COVID-19 (ex. : pour le divertissement, le travail, la communication avec les proches, etc.)
- [ ] Augmentation de la demande mondiale des produits existants comprenant des semi-conducteurs (ex. : augmentation de la quantité demandée de téléphones cellulaires)

- [ ] Augmentation de la demande mondiale causée par l'utilisation d'une plus grande quantité de semi-conducteurs dans des produits existants (ex. : véhicules électriques nécessitant plus de semi-conducteurs que les véhicules à énergie fossile)
- [ ] Augmentation de la demande mondiale causée par l'utilisation de semi-conducteurs dans des produits n'en nécessitant aucun auparavant (ex. : utilisation de semi-conducteurs dans les réfrigérateurs, les cafetières, les machines à laver, etc.)
- [ ] Augmentation de la demande mondiale causée par la durée de vie de plus en plus courte des biens (ex. : préférence des consommateurs pour les appareils dernier cri, possible obsolescence programmée, etc.)
- [ ] Diminution de l'offre due à la réduction de la disponibilité des matières premières pour la production de semi-conducteurs
- [ ] Diminution de l'offre en lien avec la fermeture permanente d'usines de production de semi-conducteurs
- [ ] Diminution de l'offre due au ralentissement de la production des usines de production de semi-conducteurs en lien avec des enjeux climatiques ou des catastrophes naturelles
- [ ] Diminution de l'offre due à la présence de conflits géopolitiques entre la Chine et les États-Unis
- [ ] Diminution de l'offre due à la présence de conflits géopolitiques entre la Chine et Taiwan
- [ ] Diminution de l'offre due à la présence de conflits géopolitiques en Europe (conflit Russie-Ukraine)
- [ ] Autre (précisez) :

Quand la pénurie mondiale de semi-conducteurs a-t-elle commencé à avoir un impact sur votre production ?

	Mois	Année
Date		

Quels sont les impacts qu'a eus la pénurie de semi-conducteurs sur votre entreprise ?

Sélectionnez tous les choix applicables à votre situation

- [ ] Augmentation du prix des intrants
- [ ] Diminution de la qualité des intrants
- [ ] Augmentation des délais de réception des intrants
- [ ] Perte de constance dans la réception des intrants
- [ ] Changement de fournisseur d'intrants
- [ ] Recours à des revendeurs pour obtenir les intrants nécessaires
- [ ] Utilisation d'intrants ou de pièces alternatives ou équivalentes
- [ ] Augmentation des tests à effectuer sur les intrants (lorsque recours à de nouveaux fournisseurs)
- [ ] Augmentation de la vigilance envers les intrants due à l'augmentation des pièces contrefaites

- [ ] Augmentation de la vigilance envers les « date code » sur les semi-conducteurs reçus
- [ ] Augmentation du prix de vente des biens produits
- [ ] Diminution de la qualité des biens produits
- [ ] Retards de production
- [ ] Perte de constance dans la livraison des produits
- [ ] Augmentation de la demande des biens produits
- [ ] Diminution de la demande des biens produits
- [ ] Perte de contrats ou de clients
- [ ] Gain de contrats ou de clients
- [ ] Licenciement temporaire de travailleurs
- [ ] Licenciement permanent de travailleurs
- [ ] Embauche de nouveaux travailleurs
- [ ] Modification des horaires de travail
- [ ] Modification des conditions de travail
- [ ] Autre (précisez) :

Quel a été le taux de croissance du prix des intrants au cours des trois dernières années (de mars 2020 à mars 2023) ?

Quel était le délai habituel de réception d'intrants avant la pénurie de semi-conducteurs, c'est-à-dire le temps entre la commande et la réception des intrants ?

Quel était le délai de réception d'intrants à l'apogée de la pénurie de semi-conducteurs, c'est-à-dire le temps entre la commande et la réception des intrants ?

Quel est le délai actuel de réception d'intrants, c'est-à-dire le temps entre la commande et la réception des intrants ?

L'augmentation de la quantité de tests à effectuer sur les intrants a augmenté vos délais de livraison des produits de combien de temps ?

Quel a été le taux de croissance du prix de vente des biens produits au cours des trois dernières années (de mars 2020 à mars 2023) ?

Quelle est la durée des retards de production qui ont été engendrés par la pénurie de semi-conducteurs ?

De quelle proportion a augmenté la quantité demandée de vos biens produits, en lien avec la pénurie de semi-conducteurs ?

De quelle proportion a diminué la quantité demandée de vos biens produits, en lien avec la pénurie de semi-conducteurs ?

De quelle proportion vos ventes ont-elles diminué à cause de la perte de contrats ou de clients depuis le début de la pénurie de semi-conducteurs ?

De quelle proportion vos ventes ont-elles augmenté à cause du gain de contrats ou de clients depuis le début de la pénurie de semi-conducteurs ?

Combien de travailleurs avez-vous été amené à licencier?

Veuillez indiquer les licenciements en nombre et non en proportion de votre main-d'œuvre

Quel types de professions ont été sujettes à des licenciements ou des réductions d'heures de travail ?

Sélectionnez tous les choix applicables à votre situation

- ☐ Cadres supérieurs – construction, transport, production et services d'utilité publique (CNP 0016/ 00015)
- ☐ Directeurs de la fabrication (CNP 0911/ 90010)
- ☐ Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132/ 21301)
- ☐ Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133/ 21310)
- ☐ Ingénieurs informaticiens (sauf ingénieurs et concepteurs en logiciel) (CNP 2147/ 21311)
- ☐ Scientifiques de données (CNP 2173 / 21211)
- ☐ Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173 / 21231)
- ☐ Développeurs et programmeurs de systèmes informatiques (CNP 2174/ 21230)
- ☐ Développeurs et programmeurs de logiciels (CNP 2174/ 21232)
- ☐ Développeurs et programmeurs de systèmes informatiques (CNP 2174/ 21230)
- ☐ Développeurs et programmeurs Web (CNP 2174/ 21234)
- ☐ Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241/ 22310)
- ☐ Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523/ 94201)
- ☐ Autres manœuvres des services de transformation, de fabrication et d'utilité publique (CNP 9619/ 95109)
- ☐ Autre (précisez) :

Combien de travailleurs avez-vous été amené à embaucher?

Veuillez indiquer les embauches en nombre et non en proportion de votre main-d'œuvre

Quel types de professions ont été sujettes à des embauches ?

Sélectionnez tous les choix applicables à votre situation

- ☐ Cadres supérieurs – construction, transport, production et services d'utilité publique (CNP 0016/ 00015)

- [ ] Directeurs de la fabrication (CNP 0911/ 90010)
- [ ] Ingénieurs mécaniciens (CNP 2132/ 21301)
- [ ] Ingénieurs électriciens et électroniciens (CNP 2133/ 21310)
- [ ] Ingénieurs informaticiens (sauf ingénieurs et concepteurs en logiciel) (CNP 2147/ 21311)
- [ ] Scientifiques de données (CNP 2173 / 21211)
- [ ] Ingénieurs et concepteurs en logiciels (CNP 2173 / 21231)
- [ ] Développeurs et programmeurs de systèmes informatiques (CNP 2174/ 21230)
- [ ] Développeurs et programmeurs de logiciels (CNP 2174/ 21232)
- [ ] Développeurs et programmeurs de systèmes informatiques (CNP 2174/ 21230)
- [ ] Développeurs et programmeurs Web (CNP 2174/ 21234)
- [ ] Technologues et techniciens en génie électronique et électrique (CNP 2241/ 22310)
- [ ] Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique (CNP 9523/ 94201)
- [ ] Autres manœuvres des services de transformation, de fabrication et d'utilité publique (CNP 9619/ 95109)
- [ ] Autre (précisez) :

Comment les horaires de travail ont-ils été modifiés ?

Sélectionnez tous les choix applicables à votre situation

- [ ] Changement de postes à temps plein pour des postes à temps partiel
- [ ] Diminution des heures travaillées hebdomadairement
- [ ] Heures de travail coupées
- [ ] Retirer des quarts de travail de soir
- [ ] Retirer des quarts de travail de fin de semaine
- [ ] Changement de postes à temps partiel pour des postes à temps plein
- [ ] Augmentation des heures travaillées hebdomadairement
- [ ] Ajout de quarts de travail de soir
- [ ] Ajout de quarts de travail de fin de semaine
- [ ] Autre (précisez) :

Comment les conditions de travail ont-elles été modifiées ?

Sélectionnez tous les choix applicables à votre situation

- [ ] Augmentation des salaires

- [ ] Ajout d'avantages sociaux (ex. : assurances, vacances, régime de retraite, etc.)
- [ ] Amélioration de l'environnement de travail (ex. : des outils et des instruments de travail, des postes de travail, de la salle de repos, etc.)
- [ ] Diminution des salaires
- [ ] Retrait de certains avantages sociaux (ex. : assurances, vacances, régime de retraite, etc.)
- [ ] Autre (précisez) :

Pouvez-vous nous en dire plus sur les impacts que la pénurie de semi-conducteurs a eus sur la main-d'oeuvre ?

Comment la pénurie de semi-conducteurs a-t-elle affecté les revenus de votre entreprise (avant la soustraction des couts et des dépenses), de façon générale ?

- ○ Augmentation des revenus de l'entreprise
- ○ Maintien du niveau de revenu pré-pénurie
- ○ Diminution des revenus de l'entreprise

De quelle proportion vos revenus ont-ils augmenté depuis le début de la pénurie de semi-conducteurs ?

De quelle proportion vos revenus ont-ils diminué depuis le début de la pénurie de semi-conducteurs ?

Comment la pénurie de semi-conducteurs a-t-elle affecté les dépenses de votre entreprise (salaires et traitements, frais d'entretien, dépenses en matières premières, etc.), de façon générale ?

- ○ Augmentation des dépenses de l'entreprise

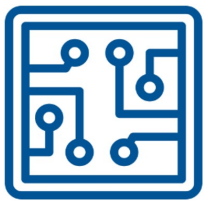
- ○ Maintien du niveau de dépenses pré-pénurie
- ○ Diminution des dépenses de l'entreprise

De quelle proportion vos dépenses ont-elles augmenté depuis le début de la pénurie de semi-conducteurs ?

De quelle proportion vos dépenses ont-elles diminué depuis le début de la pénurie de semi-conducteurs ?

Depuis le début de l'année 2023, comment évoluent les enjeux que vous connaissez en lien avec la pénurie de semi-conducteurs ?

- ○ Atténuation des impacts de la pénurie de semi-conducteurs, depuis le début de l'année 2023
- ○ Maintien des impacts de la pénurie de semi-conducteurs, depuis le début de l'année 2023
- ○ Aggravation des impacts de la pénurie de semi-conducteurs, depuis le début de l'année 2023



Pistes de solution

Avez-vous mis en place des initiatives ou des moyens pour pallier la pénurie de semi-conducteurs ?

Sélectionnez tous les choix applicables à votre situation

- ☐ Embauche d'employés dédiés à la gestion des stocks, aux achats et à la recherche de nouveaux fournisseurs
- ☐ Prévision des besoins futurs en semi-conducteurs pour faire des commandes à l'avance
- ☐ Validation de la disponibilité des semi-conducteurs et de leur prix avant de confirmer la commande d'un client

- [ ] Utilisation de logiciels pour la gestion des commandes
- [ ] Utilisation de logiciels pour la gestion des stocks
- [ ] Utilisation de l'intelligence artificielle (IA) pour déterminer quand faire des commandes
- [ ] Utilisation de composantes équivalentes pour remplacer celles non disponibles
- [ ] Modification des produits comprenant des semi-conducteurs
- [ ] Nouvelle conception (redesign) d'une pièce ou d'un produit comprenant des semi-conducteurs
- [ ] Recours à de nouveaux fournisseurs
- [ ] Recours à des fournisseurs ou producteurs locaux
- [ ] Recours à des revendeurs
- [ ] Offre d'aide aux clients pour les aider à trouver des pièces
- [ ] Surstocker les pièces
- [ ] Autre (précisez) :

Avez-vous des commentaires ou des observations qui nous aideraient à mieux comprendre les enjeux auxquels l'industrie de la fabrication électrique et électronique fait face en lien avec la pénurie de semi-conducteurs ?

0/150 mots

Conclusion

Souhaiteriez-vous participer à une entrevue de fond pour faire connaitre la réalité connue par votre entreprise au cours de cette pénurie de semi-conducteurs ?

- ○ Oui
- ○ Non

Veuillez indiquer les informations de la personne dans votre entreprise à contacter pour la réalisation de l'entrevue.

	Nom de la personne	Courriel	Téléphone
Personne à contacter dans votre entreprise			

Si vous le désirez, indiquez les informations des personnes, que vous connaissez, dans d'autres entreprises qui pourraient être contactées pour la réalisation d'une entrevue, et que vous jugez pertinentes pour la présente étude.

	Nom de la personne	Courriel	Téléphone
Personne à contacter d'une autre entreprise			
Personne à contacter d'une autre entreprise			
Personne à contacter d'une autre entreprise			

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

Powered by formsite

Close