

Profil de la main-d'oeuvre et de l'industrie de la microélectronique

Une initiative de :

Emploi
Québec



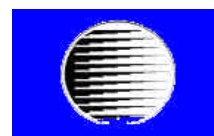
TECHNOCompétences

Table
Métropolitaine
de Montréal - Emplois



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

Étude réalisée par :
DigiPlan TEC Inc.



RESPONSABILITÉ ET SUIVI DE L'ÉTUDE

Jacques Boudreau, directeur général
Sossie Der Stepanian, conseillère
Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique

Jean-François Dumais, directeur, développement organisationnel et projets
Technocompétences

Denis Héту, agent de recherche
Direction de la planification, du suivi et de l'information sur le marché du travail
Direction régionale d'Emploi-Québec de Montréal

Gilles Lemay, conseiller en intervention sectorielle
Direction générale adjointe de l'intervention sectorielle, Emploi-Québec

Pierre Fafard, conseiller en développement industriel
Direction des industries des technologies de l'information et des communications
Ministère de l'Industrie et du Commerce

ÉLABORATION ET RÉALISATION

DigiPlan TEC Inc.
Gilles Gagnon, Président
Pierre Desmarteau
Raymond Langevin
Marie Petitclerc

Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'industrie électrique et électronique
110, rue de la Barre
bureau 225
Longueuil (Québec)
J4K 1A3
Tél. : (450) 670-1919
Télec. : (450) 670-1517
Courriel : csmoiee@qc.aira.com
Site internet: csmoiee.qc.ca

Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 2002
Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Canada, 2002

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	6
ÉTAT DE L'INDUSTRIE ET DE LA MAIN-D'OEUVRE	6
FORMATION	7
DÉFIS DE L'INDUSTRIE	7
1.0 INTRODUCTION	8
MANDAT ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE	8
MÉTHODOLOGIE	9
2.0 PROFIL DU SECTEUR DE LA MICROÉLECTRONIQUE	10
DÉFINITION ET STRUCTURE DE L'INDUSTRIE.....	10
SITUATION AU QUÉBEC.....	12
MARCHÉ MONDIAL ET TENDANCES	16
3.0 TENDANCES DE L'INDUSTRIE.....	19
ÉVOLUTION GÉNÉRALE.....	19
ÉVOLUTION DE LA TECHNOLOGIE DES SEMICONDUCTEURS.....	20
POSITIONNEMENT DU QUÉBEC.....	21
4.0 STRUCTURE DE LA MAIN-D'OEUVRE	22
PROFIL DE LA MAIN-D'OEUVRE	22
GESTION DES RESSOURCES HUMAINES.....	23
5.0 FORMATION.....	25
INTRODUCTION	25
BESOINS EN FORMATION	26
OFFRE EN FORMATION DU RÉSEAU DE L'ÉDUCATION	27
6.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	32
ANNEXE I – LISTE DES PERSONNES RENCONTRÉES	34
ANNEXE II – LISTE DES ENTREPRISES	37
ANNEXE III – SOMMAIRE DU QUESTIONNAIRE	40

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1.	Grappe de la microélectronique.....	11
FIGURE 2.	Nombre d'entreprises par secteur.....	12
FIGURE 3.	Nombre d'employés par secteur.....	13
FIGURE 4.	Grappe des entreprises en microélectronique.....	14
FIGURE 5.	Marché mondial des semiconducteurs.....	17
FIGURE 6.	Chiffre d'affaires de Nortel.....	18
FIGURE 7.	Profil de la main-d'oeuvre par secteur	22

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1.	Huit plus importantes entreprises en termes d'emplois.....	13
TABLEAU 2.	Croissance économique des marchés	16
TABLEAU 3.	Progression des sociétés de semiconducteurs.....	17
TABLEAU 4.	Positionnement de Nortel.....	18
TABLEAU 5.	Tendances de l'industrie de la microélectronique.....	20
TABLEAU 6.	Salaires moyens dans l'industrie de la microélectronique.....	22
TABLEAU 7.	Structure de la main-d'oeuvre.....	23
TABLEAU 8.	Principaux moyens de formation du personnel.....	25
TABLEAU 9.	Préparation adéquate des finissants.....	26

LISTE DES ACRONYMES ET DÉFINITIONS

3G	Troisième génération de réseaux sans fil
ASIC	<i>Application Specific Integrated Circuit</i> – Conception de microcircuits en sous-traitance.
BGA	<i>Ball Grid Array</i> - Puces à protubérance
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CREPUQ	Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec
DAO	Dessin Assisté par Ordinateur
DEC	Diplôme d'Études Collégiales
DEP	Diplôme d'Études Professionnelles
Encapsulation	Insertion de la puce dans un boîtier
FPGA	<i>Field Programable Gate Array</i> .
Fonderie	Usine de fabrication de semiconducteurs.
Masques	Utilisés dans le processus de fabrication de microcircuits.
MEQ	Ministère de l'Éducation du Québec
MRST	Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie
MOS	<i>Metal Oxide Semiconductor</i>
PCI	Plaquettes de circuits imprimés pour le raccordement des composants électroniques
RMR	Région métropolitaine de recensement de Montréal
Sanschip	Société de développement de blocs logiques virtuels commercialisés sous forme de propriété intellectuelle et utilisés pour la conception de microcircuits
Sansfab	Société de semiconducteur qui soustrait la fabrication des puces dans une fonderie indépendante
SMT	<i>Surface Mount Technology</i> – Report en surface
SoC	<i>System on Chip</i>
UQÀM	Université du Québec à Montréal
VLSI	<i>Very Large Scale Integration</i>
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>

SOMMAIRE

À l'aube du XXI^e siècle, la haute technologie joue un rôle de plus en plus important dans le paysage social et économique. Les technologies de l'information et des communications (TIC) occupent une place de premier plan dans l'économie québécoise et constituent un secteur stratégique fort important dans notre positionnement concurrentiel en Amérique du Nord.

Dans un environnement de changements technologiques rapides tant au niveau de la microélectronique que de la photonique, la croissance de cette industrie s'effectue de façon cyclique créant ainsi des périodes de forte croissance et de réajustement en fonction de l'équilibre des besoins des marchés des technologies de l'information et des communications.

But de l'étude :
Réaliser un portrait
du secteur de la
microélectronique et
de la main-d'oeuvre
qui la compose.

L'industrie de la microélectronique est une force économique et stratégique importante au Québec. C'est dans ce contexte que le ministère de l'Emploi et de la Solidarité Sociale (Direction régionale d'Emploi-Québec de Montréal et la Table métropolitaine de Montréal), ainsi que TECHNOCompétences et le Comité sectoriel de la main-d'oeuvre de l'industrie électrique et électronique (CSMOIÉE) ont décidé de faire réaliser une étude dont le but était d'obtenir un portrait du secteur de la microélectronique et de la main-d'oeuvre actuelle et requise. On souhaitait également obtenir des recommandations sur les réponses adéquates à apporter aux besoins de formation de la main-d'oeuvre.

La principale motivation derrière ce projet est de mesurer l'ampleur du réajustement que connaît cette industrie suite au ralentissement des marchés des communications et de l'informatique depuis 2001 et d'en évaluer l'impact sur la main-d'oeuvre et les besoins en formation. Cette initiative vise ainsi à favoriser la création d'un environnement propice au maintien et à la création d'emplois de qualité, à la formation de personnel qualifié et au rayonnement du savoir-faire québécois sur la scène internationale.

**Industrie de la
microélectronique
au Québec :**
84 entreprises et
9 857 emplois.

ÉTAT DE L'INDUSTRIE ET DE LA MAIN-D'OEUVRE

Selon l'enquête réalisée dans le cadre de la présente étude, nous avons répertorié 84 entreprises au Québec dont certaines d'envergure mondiale comme IBM, Sollectron, Matrox, etc. Le nombre d'entreprises était de 88 en 1999 et de 75 en 1997.

En décembre 2001, cette industrie procurait des emplois à 9 857 personnes. Sur le plan géographique, près de 85 % des emplois sont dans les régions de Montréal et de l'Estrie.

Bien que le nombre d'emplois ait subi une baisse de 17,9 % en 2001 en comparaison au 12 017 emplois de 1999, on constate une hausse de 14,2 % par rapport au 8 631 emplois de 1997.

Selon la firme Dataquest, le marché des communications filaires a connu une baisse des activités de 25 % en 2001 par rapport à l'an 2000. Pour les communications sans fil, la baisse a été de 30 %. Le secteur des technologies de l'information a également subi un ralentissement évalué à 16 %.

En raison d'un niveau d'inventaire élevé dans les entreprises telles Nortel Network, Lucent technologies, Ericsson et les autres fournisseurs de systèmes de télécommunication, la baisse de la demande pour les semiconducteurs a été de 33,2 % en 2001 et entre 20 % et 25 % chez les fournisseurs de services d'assemblage de composants électroniques.

Pour le Québec, nous ne disposons pas de l'ensemble des chiffres pour l'an 2000, mais nous évaluons que le ralentissement a probablement été similaire à l'ensemble de l'industrie. Par rapport à 1999, la baisse du marché a principalement touché les emplois en production.

Près de la moitié des industriels ayant répondu à notre enquête ont mentionné qu'ils avaient l'intention d'embaucher du personnel à court terme, soit environ 200 nouveaux postes au cours de la prochaine année. Projeté sur l'ensemble des

entreprises répertoriées, ces prévisions d'embauche atteignent 338 pour 2002, soit une hausse possible de 3,4 % de la main-d'oeuvre. Cette augmentation est du même ordre de grandeur que la projection de 3 % prévue par Dataquest pour l'industrie des semiconducteurs en 2002.

Du point de vue des catégories particulières de professions, les besoins sont importants chez les ingénieurs en microélectronique, les techniciens en génie physique et les assembleurs ayant une expertise en microsoudures.

FORMATION

L'évolution des technologies de fabrication de pointe en microélectronique a entraîné une augmentation des exigences professionnelles. Le changement technologique s'accompagne de la nécessité de disposer d'une main-d'œuvre plus qualifiée.

Pour répondre à leurs besoins en compétences professionnelles, suite aux changements technologiques constants dans cette industrie, les entreprises peuvent soit recruter des travailleurs plus qualifiés ou accroître les niveaux de compétence de leurs employés en formant leur personnel déjà en fonction. Même si recruter est essentiel dans bien des situations, la formation est de toute évidence un complément important. Les entreprises répertoriées y ont consacré 2,2 % de leur masse salariale en 2001.

Formation :
2,2 % de la masse
salariale des
entreprises en
microélectronique en
2001.

La formation à l'interne est le moyen privilégié par plus de 60 % des entreprises alors que l'on a recours à des formateurs du réseau de l'éducation dans environ 20 % des cas. La majorité des industriels souhaitent de la part du réseau de l'éducation une formation mieux adaptée aux technologies de la microélectronique et des techniques d'assemblage de pointe telles le report en surface (*Surface mount technology*) et les microsoudures pour les puces à protubérance (*Ball grid array*).

Sauf pour le programme en microélectronique offert par l'UQÀM, l'offre du réseau de l'éducation au niveau universitaire se limite au traditionnel programme en génie électrique qui n'offre une spécialisation en microélectronique qu'au deuxième cycle. Dans le contexte actuel, on constate qu'un nombre important de finissants collégiaux préfèrent continuer leurs études au niveau universitaire plutôt que de joindre immédiatement le marché du travail. Au niveau secondaire, les formations offertes couvrent peu les nouvelles technologies d'assemblage.

DÉFIS DE L'INDUSTRIE

La progression de la technologie dans l'industrie de la microélectronique s'apparente davantage à une révolution qu'à une évolution. En effet, le nombre de transistors par microcircuit a progressé de 5 millions à plus de 100 millions depuis 1995. Cette complexité impose de nouvelles approches au chapitre de la conception de ceux-ci et exige de nouvelles technologies d'encapsulation afin d'obtenir un raccordement efficace avec le monde extérieur.

Dans ce contexte, l'avenir des entreprises fortement engagées dans le domaine de la microélectronique dépend de leur capacité d'innover, de former les spécialistes dont elles ont besoin et de développer par la R-D de meilleures réponses aux besoins du marché et à meilleur coût.

1.0 INTRODUCTION

MANDAT ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

En janvier 2002, le ministère de l'Emploi et de la Solidarité Sociale (Direction régionale d'Emploi-Québec de Montréal et la Table métropolitaine de Montréal), ainsi que TECHNOCompétences et le Comité sectoriel de la main-d'oeuvre de l'industrie électrique et électronique (CSMOIÉE) confiaient à DigiPlan TEC Inc. le mandat de définir le profil des entreprises et de la main-d'oeuvre de l'industrie de la microélectronique au Québec. L'étude doit également permettre d'identifier les principaux enjeux en matière de ressources humaines et de dégager des actions ou des interventions possibles.

Les objectifs spécifiques à atteindre sont les suivants :

- A. Établir un portrait du secteur de la microélectronique au Québec :
 - Proposer une définition de l'industrie de la microélectronique et de ses composantes ;
 - Établir le profil de l'industrie et de ses différents domaines d'activité ainsi que l'évolution de celle-ci au cours des cinq dernières années;
 - Préciser les aspects relatifs à l'intégration aux autres industries et à la sous-traitance ;
 - Préciser les technologies utilisées et la place de la fonction recherche et développement .
- B. Établir une typologie des différents types d'entreprises œuvrant dans cette industrie à partir de la description de l'industrie.
- C. Identifier les entreprises de la microélectronique sur une base sectorielle et géographique.
- D. Réaliser une enquête sur les besoins de main-d'œuvre en s'assurant de couvrir les fonctions de travail et des dimensions pertinentes tels:
 - Profil des personnes embauchées ;
 - Sources de recrutement ;
 - Besoins de main-d'œuvre non comblés ;
 - Plan de développement de la main-d'œuvre dans les entreprises ;
 - Perspectives d'embauche ;
 - Compétences de base requises dans l'industrie.
- E. Recenser les différentes avenues à privilégier au niveau de la formation de la main-d'œuvre actuelle et future.

MÉTHODOLOGIE

La présente étude repose sur une méthodologie utilisant trois sources principales d'information :

- Les enquêtes sur l'industrie québécoise de la microélectronique réalisées par DigiPlan en 1997 et 1999. Ces enquêtes comportaient un échantillonnage d'une centaine d'entreprises offrant des composants électroniques et des services de sous-traitance pour la conception et l'assemblage de produits électroniques au Québec.
- Une enquête par questionnaire auprès des entreprises du secteur de la microélectronique au Québec. Cette enquête a été réalisée du 1^{er} février 2002 au 15 mars 2002 auprès d'une centaine d'entreprises du secteur. Le questionnaire a été présenté aux entreprises par téléphone pour être ensuite transmis par courriel. L'enquête englobait une vingtaine de questions sur les caractéristiques générales des entreprises et des établissements, l'adoption des technologies de pointe, les pénuries de main-d'œuvre spécialisée qu'identifiaient les répondants et la mise en œuvre ou non par ces derniers de programmes de formation. Une version abrégée du questionnaire utilisé se trouve à l'annexe III.
- des visites industrielles dans des entreprises représentatives du secteur de la microélectronique et des entrevues avec des acteurs-clé du monde de l'éducation. La liste des personnes consultées se trouve à l'annexe I.

Trois étapes principales ont marqué le travail fait pour la réalisation de la présente étude.

1- Organisation du travail (janvier à la mi-février 2002)

La première étape a été d'organiser le projet, de faire valider sa structure par le comité de suivi, de rassembler et d'étudier la documentation, de développer un questionnaire et une démarche de réalisation du projet.

2- Consultation des intervenants (mi-février à avril 2002)

La deuxième étape a été consacrée à l'enquête par questionnaire, aux visites industrielles et aux entrevues du secteur de l'éducation. En raison d'un taux de réponse au questionnaire moindre que prévu, nous avons dû élargir notre recherche afin de couvrir par téléphone les questions jugées essentielles à l'étude. C'est ainsi que nous avons contacté la presque totalité des entreprises oeuvrant dans le secteur de la microélectronique. En incluant le secteur de l'éducation, nous avons rejoint plus d'une centaine d'organismes. Le nombre de questionnaires complétés par les industriels est de 31. Ces entreprises représentent un taux de pénétration de 36,9 % du total des entreprises et 59,1 % du total des emplois.

3- Synthèse des informations et finalisation du présent document (mai et juin 2002)

Suite à cette démarche, la dernière étape fut consacrée à synthétiser l'information et à finaliser le présent document.

2.0 PROFIL DU SECTEUR DE LA MICROÉLECTRONIQUE

DÉFINITION ET STRUCTURE DE L'INDUSTRIE

Les entreprises couvertes par la présente étude sont celles offrant des services de sous-traitance en conception et fabrication de composants et de systèmes électroniques qui sont à la base de la fabrication de l'équipement informatique, de télécommunication, et d'instrumentation. De plus, les entreprises impliquées dans le développement de nouveaux procédés et équipements de production sont également incluses dans la présente étude. Les composants électroniques sont les semiconducteurs (microcircuits, transistors de puissance, diodes, etc.), les circuits hybrides et imprimés, les connecteurs, les condensateurs, les résistances, les commutateurs, les relais, les transformateurs, etc.

Pour les fins de l'étude, les entreprises sont classifiées dans les cinq catégories suivantes :

- Conception de circuits. Entreprises oeuvrant dans le développement de circuits électroniques, de circuits imprimés, de microcircuits et d'outils de conception.
- Composants actifs ou semiconducteurs, incluant les microcircuits sont les entreprises opérant une fonderie, les sansfabs (entreprise de semiconducteurs qui sous-traitent la fabrication de ses microcircuits), les sanschips (fournisseurs de blocs logiques facilitant la conception de microcircuits complexes), les firmes d'encapsulation, les fabricants de circuits hybrides, de masques, d'outils et de procédés.
- Composants passifs dont les fabricants de connecteurs et câbles, de transformateurs, de commutateurs, etc.
- Plaquettes de circuits imprimés.
- Assemblage de composants pour la fabrication de systèmes électroniques.

Les microcircuits sont des modules électroniques à base de silicium ou d'arséniure de gallium qui permettent de réaliser le traitement de l'information par le biais de processeur(s). Pour être en mesure de faire les traitements dans les temps voulus avec des équipements peu encombrants ou peu dispendieux, il faut alors faire appel aux techniques VLSI (*Very Large Scale Integration*) qui permettent la réalisation de FPGA (*Field Programmable Gate Array*), d'ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) ou de SoC (*System On Chip*).

Les circuits de type FPGA sont des composants électroniques comportant un nombre important de portes logiques, de registres et souvent de cases mémoire. Ces circuits sont au départ vierges et il est nécessaire de les programmer afin qu'ils effectuent une fonction donnée. Ils ont les avantages d'être facile à se procurer pour développer rapidement des systèmes électroniques complexes. Ils trouveront une « niche » pour certaines applications nécessitant un temps de traitement non critique ou lorsque la notion de fenêtre de marché est le facteur déterminant. N'étant pas optimisé pour les applications visées, ils seront souvent délaissés au profit des ASIC et des SoC.

Les composants ASIC sont des circuits où les algorithmes de traitement ont été directement incorporés dans la structure de la puce de silicium. Parmi les avantages, on retrouve : l'exécution très rapide des algorithmes, de grande fréquence d'opération, de faible consommation de puissance et de faible niveau d'encombrement en raison d'encapsulation compacte. Les points « négatifs » de ces composants sont : les coups et les délais de développement, l'acquisition de blocs de propriété intellectuelle et la complexité de tester de tels composants. Cependant ces inconvénients sont surpassés, au niveau industriel, par la confidentialité du produit et une forte rentabilité dans un contexte de production de masse.

Migration de
l'industrie vers les
SoC. (*System on
Chip*)

Les composants SoC intègrent tous les éléments fonctionnels d'un produit sur un même microcircuit plutôt que de les avoir regroupés sur une ou plusieurs carte(s) électronique(s). Ainsi retrouvera-t-on par exemple un processeur central, des périphériques d'entrée/sortie, un processeur vidéo, des mémoires, un FPGA ou un ASIC et même des modules analogiques ou optoélectroniques. Cette solution d'intégration s'impose lorsque l'utilisation de composants électroniques de plus en plus complexes est devenue nécessaire. Enfin, on considérera aussi comme microcircuits, les multiplexeurs, les convertisseurs (analogique / numérique et numérique / analogique), les ports d'interfaces, les mémoires et les unités matricielles qui permettent de produire une image.

La structure fonctionnelle de la grappe microélectronique incluant l'ensemble des intervenants pour la production d'un système électronique est montrée à la figure 1. Les flèches indiquent la direction de la relation fournisseur-client.

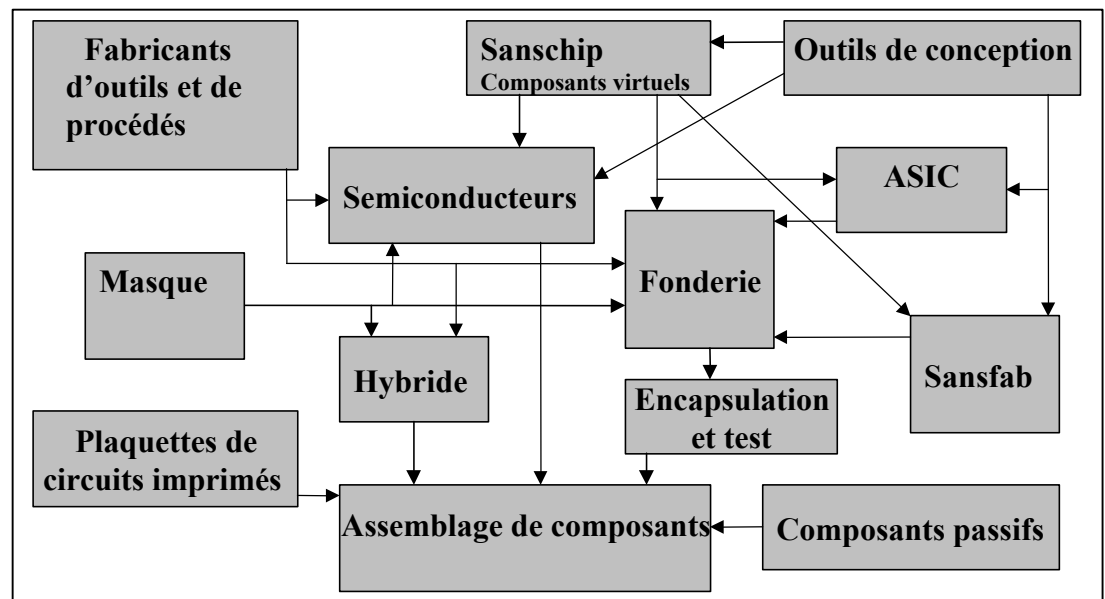


Figure 1. Grappe de la microélectronique

SITUATION AU QUÉBEC.

Au Québec, l'industrie québécoise de la microélectronique et des services de sous-traitance en conception et fabrication de composants et de systèmes électroniques était composée de 84 entreprises en 2001, comparativement à 88 en 1999 et 75 en 1997. La liste des entreprises répertoriées se trouve à l'annexe II. Cette industrie procurait des emplois à 9 857 personnes en 2001, comparativement à 12 017 en 1999 et 8 631 en 1997. Sur le plan géographique, près de 85 % des emplois sont dans les régions de Montréal et de l'Estrie, soit 45% et 40% respectivement.

La baisse des emplois au Québec depuis 1999 s'explique principalement par le ralentissement du secteur des télécommunications. Les figures 2 et 3 montrent la concentration et la croissance en termes de nombre de sociétés et d'employés par secteur d'activités.

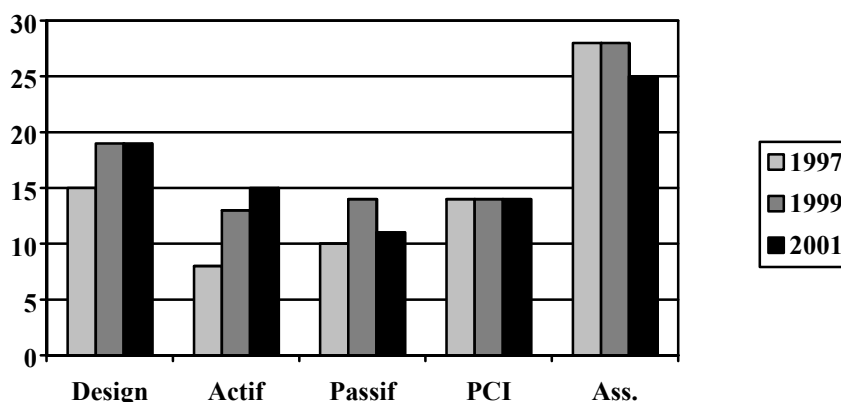


Figure 2. Nombre d'entreprises par secteurs

Une dizaine d'usines ont fermé leurs portes depuis 1999. Les principales fermetures sont celles de Adastra, Électro Digital et FCI Électronique de Montréal, AGL Technologies de Blainville et Focam de Laval. Cependant, cette situation a été compensée partiellement par la création de six nouvelles entreprises. Celle-ci sont Cogiscan de Bromont, LTRIM de Laval, Microbridge de Montréal, Quantiscript de Sherbrooke, Solvision de Montréal et Trioniq de Chicoutimi.

Selon l'enquête, la réaction des entreprises au ralentissement économique a été la suivante :

- Développer les marchés d'exportation (71 % des réponses) ;
- Acquérir des équipements de pointe (58 %) ;
- Développer de nouveaux produits (45 %) ;
- Développer de nouveaux services (35 %) ;
- Restructurer l'entreprise (35 %) ;
- Acquérir de nouvelles technologies de production (32 %) ;
- Développer les marchés locaux (32 %).

En général, le financement de ces projets est difficile en raison de la diminution des fonds générés par les entreprises dans un contexte de ralentissement économique.

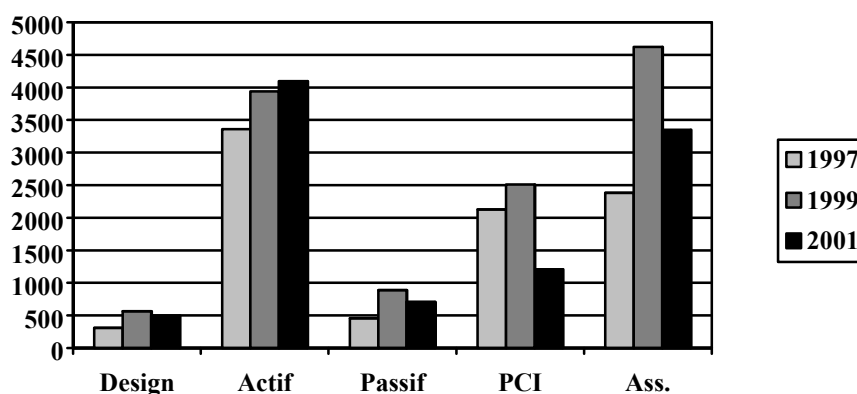


Figure 3. Nombre d'emplois par secteurs

Potentiel d'exportation proportionnel au niveau de R&D.

Le niveau d'exportation des entreprises de la microélectronique et des services de sous-traitance est le suivant :

- Conception (72 %) ;
- Composants actifs (78 %) ;
- Composants passifs (55 %) ;
- Circuits imprimés (6 %) ;
- Assemblage de composants (20 %).

Les entreprises des secteurs de la conception et des composants actifs ont une proportion importante de leurs activités en développement de nouveaux produits qui s'adressent à une clientèle internationale. Cependant, les entreprises telles Nortel, JDS Uniphase, Alcatel, soustraient une bonne partie de leurs besoins en plaquettes de circuits imprimés et pour l'assemblage de composants auprès des entrepreneurs locaux, ce qui explique le faible taux d'exportation de ces fournisseurs.

Huit entreprises génèrent les deux-tiers des emplois.

Plus du deux tiers des emplois de ce secteur industriel sont générés par huit entreprises, soit environ 10 % du total. Ils sont identifiés au tableau 1.

Entreprises	Secteur d'activité	Endroit
Celestica	Assemblage de composants	Montréal
Hyperchip	Processeur de communication	Montréal
IBM	Encapsulation	Bromont
Matrox	Processeur graphique	Montréal
Mégatech	Assemblage de composants	Grand-Mère
SCI	Assemblage de composants	Montréal
Solectron	Assemblage de composants	Sherbrooke
VIA Systems	Plaquettes de circuits imprimés	Montréal

Tableau 1. Huit plus importantes entreprises en termes d'emplois

La grappe québécoise des entreprises en microélectronique apparaît à la figure 4. Les entreprises ne sont pas toutes représentées en raison de la taille restreinte de la figure.

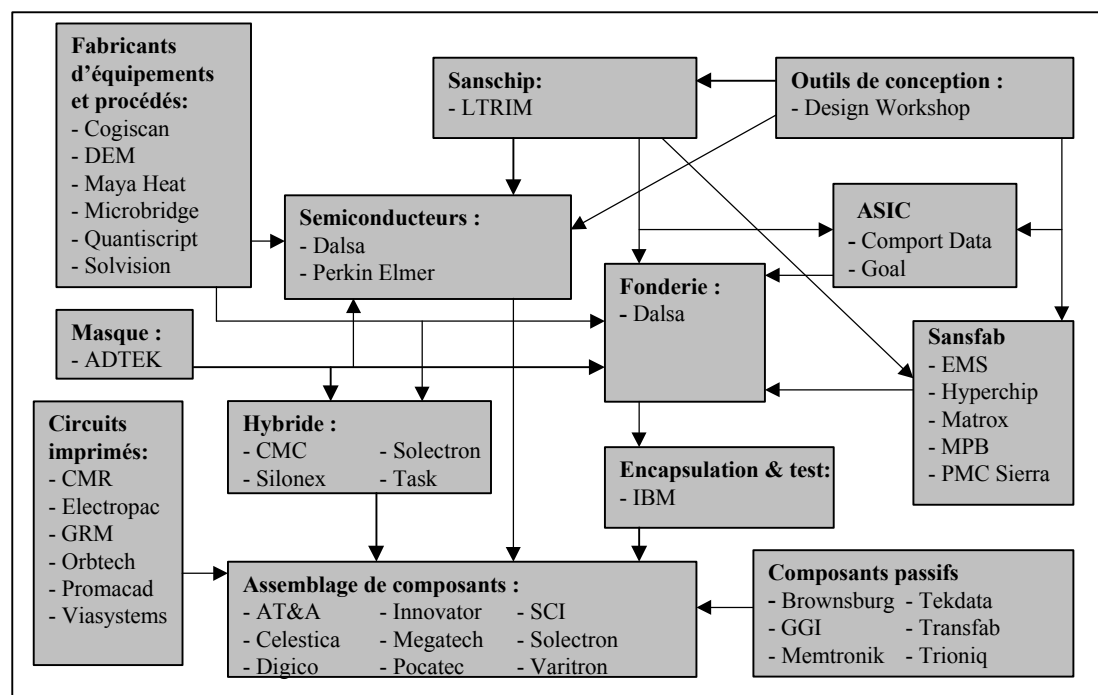


Figure 4. Grappe des entreprises en microélectronique

Célestica, SCI et Solectron sont des multinationales reconnues dans le secteur de l'assemblage de composants électroniques. Ce secteur est représenté au Québec par 25 sociétés qui fournissent de l'emploi à 3 350 personnes. La liste des entreprises par secteurs d'activité est fournie à l'annexe B.

Dans le secteur des composants actifs, Hyperchip, Matrox ainsi que d'autres sociétés telles EMS Technologies, MPB et PMC-Sierra s'affichent à titre de sansfabs impliqués dans le développement de processeurs spécialisés pour les domaines des télécommunications et de l'imagerie numérique.

IBM de Bromont jouit d'une réputation internationale enviable pour les technologies d'encapsulation de semiconducteurs. Cette usine a recours aux techniques de soudage sur fil, des puces à protubérance ou de thermocompression pour fixer les puces sur les porte-puces. Cette usine offre différentes interconnexions pour l'assemblage des cartes, telles que les broches (Cuivre, Kovar, CuSil), les grilles de connexion formées (J-leaded ou Gullwing) ou des globules ou colonnettes de soudure de montage en surface.

Dalsa possède une fonderie de silicium pour la fabrication de circuits intégrés sous forme de plaquettes de silicium destinées principalement à des applications mixtes numériques/analogiques et des capteurs d'images. Cette usine est la plus importante fonderie de silicium au Canada.

Globalement, le secteur des composants actifs est représenté au Québec par quinze sociétés qui fournissent de l'emploi à 4 095 personnes. Notons que ce secteur est le plus important en termes d'emplois. Ce secteur s'est enrichi de nouvelles entreprises, soit Microbridge et Quantiscript, qui utilisent les nanotechnologies pour offrir des solutions lithographiques performantes.

Pour le domaine des plaquettes de circuits imprimés, le Québec est représenté par quatorze entreprises qui procurent de l'emploi à 1 210 personnes. VIAsystems de Montréal est le plus important fabricant canadien de plaquettes de circuits imprimés.

Dalsa opère à Bromont la plus importante fonderie au Canada.

Au chapitre des circuits passifs, onze sociétés fournissent de l'emploi à 708 personnes. Ces entreprises sont principalement impliquées dans la fabrication de transformateurs, de connecteurs et câbles.

Dix-neuf entreprises sont spécialisées en conception de circuits intégrés, de circuits imprimés et de systèmes électroniques et génèrent 494 emplois. Ces entreprises sont des unités de recherche et de développement qui offrent leurs services aux entreprises de l'électronique qui recherchent des sous-traitants pour le développement de leurs produits ou systèmes électroniques.

À elles seules, ces entreprises génèrent des ventes d'environ un milliard \$ et exportent près de 50 % de leur production.

MARCHÉ MONDIAL ET TENDANCES

Selon la firme Dataquest, l'activité économique en 2001 a connu une baisse importante pour les secteurs des télécommunications et de l'informatique. Le tableau 2 montre la croissance économique en pourcentage en 2001 ainsi que les projections pour les années 2002 et 2003.

	2001	2002	2003
Économie mondiale	1,3	1,5	3,8
Économie des États Unis	1,0	0,5	4,1
Communication filaire	- 25	0	18
Communication sans fil	- 30	12	10
Ordinateurs personnels	- 16	0	10
Serveurs	-16	6	4
Électronique automobile	6	7	7
Électr. numérique pour consommateur	12	14	14
Électr. analogique pour consommateur	1	7	7

Tableau 2. Croissance économique des marchés (%) (Dataquest : Mars 2002)

L'impact du ralentissement des marchés de l'équipement et des systèmes de communication et d'informatique a résulté par une baisse importante des commandes pour l'industrie de la microélectronique et des services de sous-traitance en fabrication de composants et de systèmes électroniques.

Selon Statistique Canada, la contribution au PIB du secteur de la fabrication des technologies de l'informatique et des communications (TIC) a décliné de 46,4 % entre novembre 2000 et novembre 2001, passant de 17,1 milliards\$ à 9,2 milliards \$.

Selon la firme Dataquest, le marché mondial des semi-conducteurs était de 226 milliards \$EU en 2000, soit un taux de croissance de 32,9 % par rapport aux 170 milliards \$EU en 1999. Cependant, cette forte croissance a été suivie d'une baisse de 33,2 % en 2001 pour se stabiliser à 151 milliards \$EU. Dataquest prévoit un niveau de revenus de 156 milliards \$EU pour 2002, soit une croissance de 3 % tel que montré à la figure 5.

Bien que la situation s'améliore pour les fonderies indépendantes, le volume d'affaires ne fait que se maintenir en 2002 par rapport à 2001 pour les fabricants traditionnels de semiconducteurs.

Les deux plus importantes firmes de services de fonderies, UMC et TSMC de Taiwan, ont annoncé un taux d'utilisation supérieur à 60 % pour mars dernier. Une amélioration significative par rapport au taux le plus bas de 40% enregistré en 2001. Le taux d'utilisation en mars 2002 pour les fonderies à la fine pointe (130 et 190 nanomètres) était de plus de 90 %.

Ralentissement économique important pour les télécoms et l'informatique.

En mars 2002, le taux d'utilisation des fonderies à la fine pointe était de plus de 90 %.

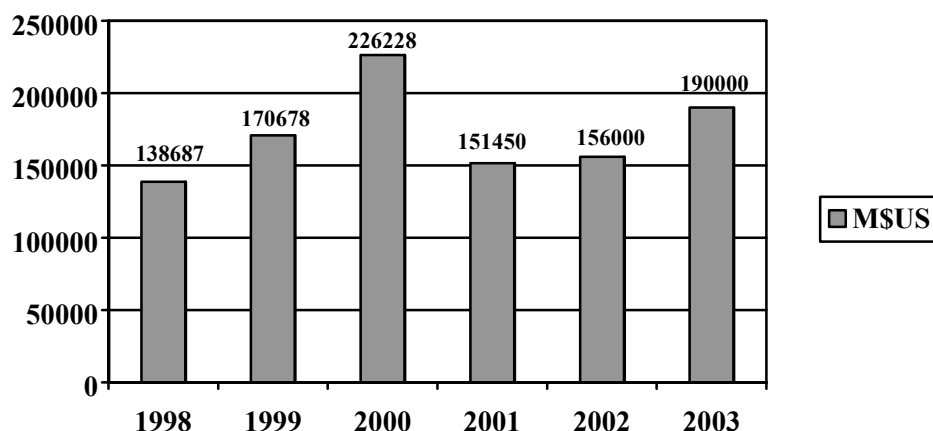


Figure 5. Marché mondial des semiconducteurs (Projections pour 2002 et 2003)

Le tableau 3 montre la progression de 1999 à 2001 des huit plus importantes sociétés de semiconducteurs à l'échelle internationale.

Rang	Entreprises	1999	2000	2001
		M\$US	M\$US	M\$US
1	Intel	25 810	30 210	23 540
2	ST Micro	5 080	7 890	6 360
3	Toshiba	7 590	10 430	6 070
4	Texas Instruments	7 090	9 210	6 050
5	Samsung	7 090	8 940	5 230
6	Motorola	6 420	7 710	4 830
7	NEC	9 220	8 210	4 790
8	Infineon	5 010	6 740	4 560

Tableau 3. Évolution du chiffre d'affaires des principales sociétés de semiconducteurs à l'échelle internationale

Selon Dataquest, le ralentissement pour les secteurs des communications et de l'informatique est responsable de la fermeture de plusieurs usines d'assemblage de composants électroniques. En 2001, la baisse des commandes pour ce secteur serait de l'ordre de 20 à 25 %. Par contre, selon le groupe Technology Forecasters, ce marché a connu une croissance moyenne de 29 % par année au cours de la dernière décennie.

Au Canada, Nortel a toujours été considéré à titre de locomotive pour le développement de l'industrie des plaquettes de circuits imprimés et de l'assemblage de composants. Or, Nortel, ainsi que les autres sociétés de matériels de communication tels Lucent, Alcatel, Siemens, etc., ont été durement touchées par le ralentissement du secteur des télécommunications. Le chiffre d'affaires de Nortel pour les cinq dernières années est montré à la figure 6. Selon les dirigeants de l'entreprise, le chiffre d'affaires prévu pour 2002 est de l'ordre de 13 milliards \$US.

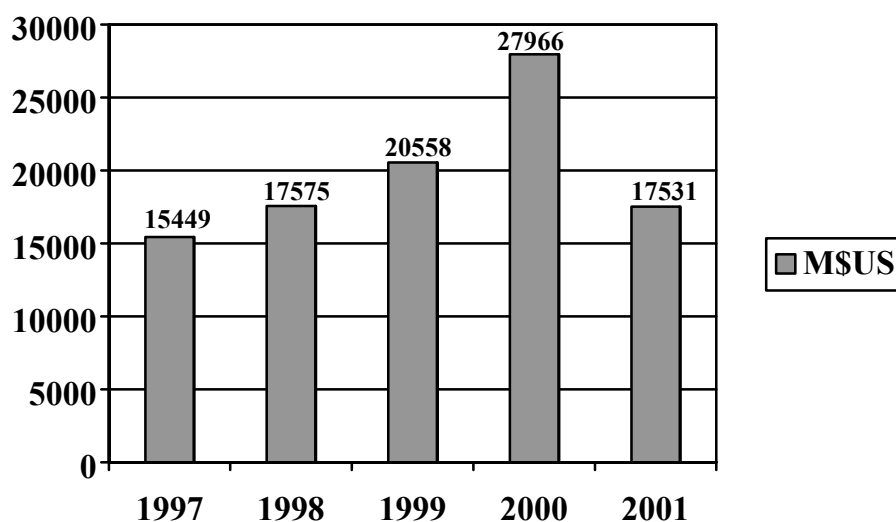


Figure 6. Chiffre d'affaires de Nortel

Les dirigeants de Nortel prévoient un chiffre d'affaires de 13 milliards \$US en 2002.

Dans le but d'évaluer le potentiel de Nortel, le tableau 4 montre le positionnement de l'entreprise en fonction des opportunités de marché pour 2003. Nous constatons que le potentiel de revenus pour Nortel en 2003 se situe principalement au niveau des réseaux métropolitains et sans-fil. Malgré cette reprise au chapitre des revenus, les profits seront difficilement au rendez-vous en raison d'un contexte de marché favorisant l'acheteur.

Du côté des réseaux interurbains, de nombreux fournisseurs doivent aujourd'hui faire face à d'importantes dettes difficiles à honorer.

Marchés	Potentiel 2003	Offre de Nortel	Principaux Concurrents
Réseaux interurbains	Faible	Importante	Alcatel, Ciena, Corvis Fujitsu, JDS, Lucent
Réseaux métropolitains	Important	Moyenne	3Com, Alcatel, Avaya Cisco
Réseaux sans-fil	Moyen (3G)	Importante	Ericsson, Lucent, Nokia Siemens
Accès Internet et VoIP	Important	Faible	Avaya, Alcatel, Cisco, Ericsson, Fujitsu, Juniper
Accès téléphonique	Faible	Importante	Alcatel, Ericsson, Lucent, Siemens

Merrill Lynch, Dataquest, IDC

Tableau 4. Positionnement de Nortel

3.0 TENDANCES DE L'INDUSTRIE

ÉVOLUTION GÉNÉRALE

De façon générale, l'industrie de l'électronique tend à s'éloigner de l'intégration verticale pour migrer vers une chaîne de valeur constituée de sociétés très spécialisées. Cette tendance est partiellement attribuable à la complexité croissante de la technologie et aux coûts prohibitifs de la construction de nouvelles usines. A titre d'exemple, la fonderie de silicium MOS2 de Motorola fut construite en 1974 pour 4 million \$US alors que son usine la plus récente lui a coûté plus de 1,7 milliard \$US, soit 424 fois la somme payée en 1974. Cette évolution explique en partie la montée en flèche d'entreprises sansfab, qui optent de sous-traiter la fabrication de leurs microcircuits pour se concentrer sur la conception et le design.

L'industrie tend de plus en plus vers les composants SoC (*System on Chip*) pour des raisons de performance dans un contexte de production de masse. En effet, l'évolution rapide de la technologie microélectronique a permis de hausser le nombre de transistors par microcircuit de 5 millions à plus de 100 millions depuis 1995. Cette complexité exige de nouvelles technologies d'encapsulation afin d'obtenir un raccordement efficace avec le monde extérieur. Le plus populaire est le procédé d'encapsulation de type puce à protubérance (BGA). Notons que cette technologie avant-gardiste est offerte par la société IBM de Bromont en Montérégie.

Naissance d'une nouvelle industrie, celle du Sanschip ou de la propriété intellectuelle.

Une autre tendance en raison de la complexité croissante de la conception des microcircuits est le développement d'une nouvelle industrie, celle du sanschip qui se spécialise dans la conception de blocs logiques vendus sous forme de propriété intellectuelle en retour de licences et de royalties. Parmi celles-ci figurent des sociétés telles que ARM et MIPS qui se spécialisent dans le design de microprocesseurs vendus principalement à des fabricants de circuits intégrés (Texas Instruments, Motorola, Infineon, Atmel, etc.).

Selon Dataquest, pour la production de grande série, la migration vers l'Asie et l'Amérique latine des sociétés d'assemblage de composants devrait se poursuivre en raison des coûts en main-d'oeuvre moindres. Cependant, dû à l'évolution rapide des technologies de la microélectronique, une relation d'aide à la clientèle pour la conception des nouveaux produits est de plus en plus essentielle. Cette relation a donnée naissance au concept de *parc industriel* qui se traduit par le développement de partenariats d'affaires où les industriels sont en communication presque constante dans le développement de nouveaux produits.

Les tendances technologiques pour les différents secteurs de l'industrie de la microélectronique sont montrées au tableau 5 de la page suivante.

Secteurs de l'industrie de la microélectronique	Tendances
Fabricants d'équipements	Nanotechnologies
Masque	Haute résolution
Semiconducteur	SoC et fonderie
Hybride	Encapsulation
Fonderie	Haute résolution (130 et 90 nanomètres)
Encapsulation	Haute résolution et soudures BGA
Outils de conception	SoC
ASIC	Sanschip et SoC
Sansfab	Sanschip et SoC
Composants passifs	Nanotechnologies
Circuits imprimés	Haute résolution
Assemblage de composants	Haute résolution et soudures BGA

Tableau 5. Tendances de l'industrie de la microélectronique

ÉVOLUTION DE LA TECHNOLOGIE DES SEMICONDUCTEURS

Selon le Roadmap¹ de 1999, la résolution de 0,13 μm était annoncée pour 2002. Cette technologie est aujourd'hui maîtrisée par quelques grands fabricants. Le passage de 0,18 μm à 0,13 μm permet de limiter la consommation en énergie, de réduire les coûts et d'augmenter les volumes de production. La moitié des processeurs Intel Pentium4 sont fabriqués suivant la technologie 0,13 μm depuis le deuxième trimestre 2002, et la totalité le seront à la fin 2002.

Une autre voie pour améliorer la productivité est d'augmenter le diamètre des gauffres de silicium utilisées pour la fabrication des microcircuits. En augmentant le diamètre de 200 mm à 300 mm, cela permet de réduire le coût de production de chaque microcircuit de l'ordre de 30 %.

Dans le cadre d'un partenariat, Mosel Vitelic et Infineon ont créé ProMos à Taiwan pour la construction d'une nouvelle fonderie pour la fabrication de mémoires utilisant des gauffres de 300 mm.

Un des plus importants sansfabs, soit Broadcom, utilise la technologie 0,13 μm pour ses SoC de type *Gigabit Ethernet*. N'ayant pas de fonderie, ce produit est fabriqué en sous-traitance par TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation).

Dans la course pour la fabrication de transistors de plus en plus petits, une barrière technologique sera éventuellement atteinte. Pour contourner cette limite, des alternatives et de nouvelles technologies sont envisagées à plus ou moins long terme, telles que :

- l'électronique moléculaire,
- les transistors à un électron,
- les ordinateurs ADN,

L'avenir de la microélectronique passe par les nanotechnologies.

¹ Le *Roadmap* pour les semiconducteurs, publié par Sematech, est une publication passant en revue les technologies nécessaires dans le temps pour produire des microcircuits toujours plus miniaturisés, plus rapides et moins chers. Celle-ci sert à la fois de référence pour les fabricants de semiconducteurs et de guide pour les fournisseurs d'équipements, de matériels et de logiciels. Elle offre aussi des objectifs précis aux chercheurs pour les années à venir. Ce *Roadmap* est étroitement lié à la loi de Moore qui prévoit le doublement tous les 18 mois du nombre de transistors par microcircuit et du nombre d'instructions par seconde exécutées par un processeur. Mais elle porte aussi sur la fonctionnalité, l'énergie et les coûts par fonction.

- les systèmes d'informations quantiques qui utilisent les états quantiques des systèmes physiques,
- les microprocesseurs optiques basés sur des transistors optiques ou à effet auto-électro-optique symétrique,
- la spintronic qui manipule les électrons dans un circuit utilisant l'effet de leur spin.

Plusieurs de ces alternatives peuvent être regroupées sous l'appellation "nanotechnologie".

POSITIONNEMENT DU QUÉBEC

Avec 84 entreprises, dont une dizaine de filiales de multinationales, le Québec possède une grappe de firmes en microélectronique offrant un éventail de services de la conception jusqu'à la fabrication de type clé-en-main du produit.

Les sociétés d'assemblage sont généralement la porte d'entrée pour la fabrication d'un produit. Cependant, en raison de la tendance vers l'utilisation de composants spécifiques tels les FPGA, ASIC, SoC, il est fréquent de constater que les composantes soient fournies à l'assembleur par le client sous forme d'ensembles de production.

On dénombre 23 firmes impliquées dans l'assemblage de composants sur les plaquettes de circuits imprimés dont plusieurs avec un service de fabrication du produit de type clé-en-main. Un bon nombre disposent des technologies de pointe pour le report en surface (SMT) et les microsoudures à protubérance (BGA). Il en est de même pour les fabricants de plaquettes imprimées qui offrent des produits de type multicouches de grande résolution.

Bien que l'on retrouve plusieurs fabricants de composants actifs au Québec, la majorité des microcircuits utilisés par les sociétés de système proviennent de l'étranger en raison de la grande diversité de composants. À titre d'exemple, il y a plusieurs variétés de processeurs, de mémoires et d'interfaces présentés sous plusieurs formes de produits tels les FPGA, ASIC, SoC, etc.

Un bon nombre de sansfabs québécois possèdent une expertise reconnue en conception de processeurs de communication et de type graphique dont Hyperchip, Matrox et PMC Sierra.

4.0 STRUCTURE DE LA MAIN-D'OEUVRE

PROFIL DE LA MAIN-D'OEUVRE

Le nombre total d'emplois au Québec en décembre 2001 dans l'industrie de la microélectronique était de 9 857, dont 1 811 postes de techniciens et 1 482 postes d'ingénieurs, soit 18,3% et 15,0 % respectivement. Le tableau 6 montre la structure de la main-d'oeuvre.

Métiers		Nombre d'emplois
Ingénieurs	15,0 %	1 482
➤ R&D		1 142
➤ Production		340
Programmeurs	3,0 %	297
Techniciens	18,4 %	1 811
Production	53,8 %	5 299
Autres (Administration, vente, etc.)	9,8 %	968
Total	100 %	9 857

11,6 % des emplois étaient occupés par des ingénieurs impliqués en R&D.

Près de la moitié des emplois en production (48 %) sont dans l'industrie de l'assemblage.

Tableau 6. Structure occupationnelle dans l'industrie de la microélectronique
(Décembre 2001)

Une proportion importante, soit 74 % du total des techniciens et 69 % des ingénieurs oeuvrent dans l'industrie des composants actifs. La figure 7 montre le profil de la main-d'oeuvre par secteur d'activité. Les ingénieurs à l'emploi des entreprises sont principalement spécialisés en génie électrique. Les techniciens proviennent des technologies physique et du génie électronique.

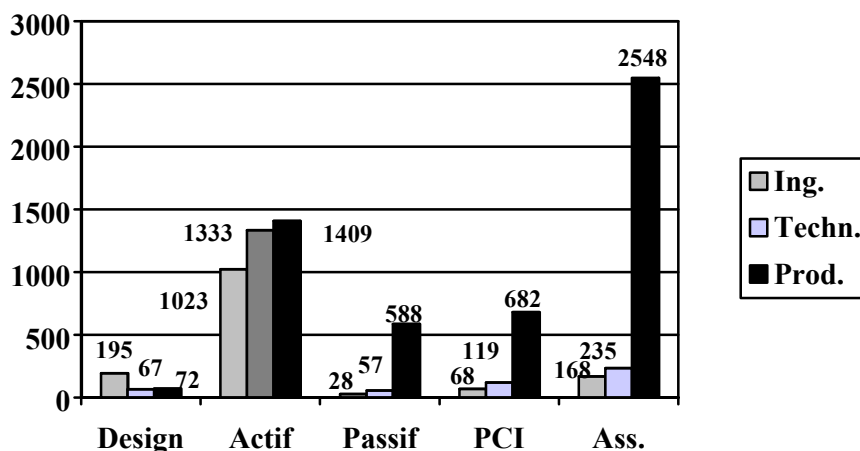


Figure 7. Profil de la main-d'oeuvre par secteur (Décembre 2001)

À titre de référence, le tableau 7 donne le salaire moyen dans les principales professions reliées à l'industrie de la microélectronique par catégorie d'emploi.

Code CNP	Profession	Salaire horaire moyen	Salaire hebdo. Moyen
2133	Ingénieurs électriciens et électroniciens	31,79	1192,39
2141	Ingénieurs d'industrie et de fabrication	25,39	999,35
2147	Ingénieurs informaticiens	27,40	1065,28
2162	Analystes de systèmes informatiques	24,95	929,96
2163	Programmeurs	22,74	839,08
2241	Techniciens en génie électrique et électronique	20,52	795,38
9483	Assembleurs, monteurs, contrôleurs et vérificateurs de matériel électronique	14,10	541,42

**Tableau 7. Salaire moyen dans les principales professions reliées à
l'industrie de la microélectronique
Ensemble du Québec (2001)²**

GESTION DES RESSOURCES HUMAINES

En raison du ralentissement économique, le taux de roulement de la main-d'oeuvre pour les ingénieurs et les techniciens est faible. De plus, le taux de roulement est également faible pour les emplois en production en raison des salaires concurrentiels et des conditions de travail avantageuses.

Une proportion importante des répondants, soit 45 %, indiquent qu'ils ont l'intention d'embaucher du nouveau personnel à court terme. Parmi les répondants, on mentionne qu'environ 200 postes seront à combler en 2002. Ils se répartissent comme suit :

- Assembleur SMT (Report en surface) (137)
- Ingénieur microélectronique conception (18)
- Ingénieur microélectronique production (12)
- Ingénieur électrique en conception de circuit (7)
- Technicien vendeur (7)
- Développement logiciel (6)
- Technicien en électronique (6)
- Ingénieur microélectronique test (5)
- Ingénieur électrique en production (2)
- Professionnel en vente (MBA/ingénieur) (2)
- Opérateur de machine (2)

Projetées sur l'ensemble des entreprises répertoriées, ces prévisions d'embauche atteignent 338 pour 2002, soit une hausse possible de 3,4 % de la main-d'oeuvre. Bien que la croissance de l'emploi ne va pas nécessairement de pair avec la croissance économique, cette augmentation potentielle des emplois est du même ordre de grandeur que le 3 % de croissance économique prévue par Dataquest pour l'industrie des semiconducteurs en 2002.

Malgré le ralentissement économique, les deux tiers des répondants ont signalé que plusieurs postes demeurent difficiles à combler. Ces postes sont les suivants :

- Ingénieur de conception microélectronique numérique.
- Ingénieur de conception microélectronique analogique.
- Ingénieur de production microélectronique.
- Ingénieur de test microélectronique.
- Technologue/technicien en génie physique.

² Emploi-Québec, Direction générale adjointe à la planification et au développement de l'emploi. Direction de la planification et de l'information sur le marché du travail. Guide des salaires selon les professions au Québec – 2002. Avril 2002.

Profil de la main-d'oeuvre et de l'Industrie de la microélectronique

- Technicien électronique en test.
- Assembleur en micro-soudure BGA.
- Gestionnaire de projets complexes.

Plusieurs moyens sont utilisés pour l'embauche du personnel, les principaux sont par ordre d'importance :

- Bouche à oreille. (48 % des répondants)
- Recrutement universitaire et collégial. (45 %)
- Annonces dans les journaux locaux. (45 %)
- Recrutement sur l'Internet. (35 %)
- Emploi-Québec (32 %)
- Personnes présentées par des employés. (32 %)

5.0 FORMATION

INTRODUCTION

Les changements technologiques s'accompagnent de changements au niveau des exigences professionnelles, ce qui est particulièrement vrai dans le secteur de la fabrication en microélectronique. Il se produit une rareté de travailleurs qualifiés durant les périodes de croissance économique et lorsque le progrès technologique est rapide.

Les entreprises peuvent affronter la pénurie de main-d'œuvre qualifiée d'un certain nombre de façons. Elles peuvent décider d'implanter des programmes de formation pour leur personnel déjà en fonction ou choisir de recruter de nouveaux employés possédant les compétences nécessaires ou faire les deux.

Dans le cadre de la présente étude, les entreprises qui ont signalé une rareté de main-d'œuvre qualifiée ont également déclaré quels types de mesures elles avaient adoptées pour faire face à cette situation (à savoir si elles avaient formé leur personnel ou si elles s'étaient plus étroitement liées au système d'éducation). L'effort consenti à la formation est supérieur à l'exigence minimale de un pourcent de la masse salariale exigée par le gouvernement. En fait, le pourcentage de la masse salariale consacré à la formation par les entreprises de ce secteur était de 2,2 % en 2001, de 2,5 % en 2000 et de 2,2 % en 1999.

La formation à l'interne du personnel est le moyen privilégié par le plus grand nombre de répondants. Le tableau 8 mentionne les principaux types de formateurs utilisés ainsi que le degré de satisfaction des entreprises en relation avec chacun d'eux.

Formateurs	Nombre de répondants	Degré de satisfaction
Formateur à l'interne	62 %	87 %
Fournisseur d'équipement	48 %	82 %
Formateur privé	48 %	82 %
Université	26 %	77 %
Secondaire	16 %	77 %
Cégep	19 %	72 %

Tableau 8. Formateurs utilisés et degré de satisfaction

Bien que le système d'éducation soit utilisé par seulement 20 % des répondants, le taux de satisfaction d'environ 75 % est encourageant. Le tableau 9 montre la perception des répondants concernant la préparation des finissants pour occuper un poste dans leur entreprise.

Formateurs	Oui	Non
Secondaire	40 %	60 %
Cégep	60 %	40 %
Université	72 %	28 %

Tableau 9. Préparation adéquate des finissants

Selon nos interlocuteurs, à l'exception de l'École des métiers de l'aérospatiale de Montréal (ÉMAM), la préparation des finissants de niveau secondaire ne semble pas adéquate, en raison du peu d'expertise des institutions de niveau secondaire dans les technologies du report en surface et des puces à protubérance.

Afin de corriger la situation, les commentaires recueillis concernant les améliorations souhaitables des programmes sont les suivants :

- Formation mieux adaptée à la microélectronique (Niveaux collégial et universitaire)

- Conception analogique et numérique (Université)
- Fabrication (Cégep et université)
- Test (Cégep et université)
- Connaissance de la photonique (Cégep et université)
- Micro-soudure BGA-Puces à protubérance (Secondaire)
- Assemblage SMT-Report en surface (Secondaire)
- Stages dans l'industrie (Cégep et université)
- Connaissance de la gestion de projet (Cégep et université)
- Connaissance de l'informatique (Word, Excel, etc.)
- Communication orale et écrite (Français et Anglais)

BESOINS EN FORMATION

Les moyens utilisés pour identifier les besoins en formation des employés sont multiples. Cependant, le supérieur hiérarchique est de loin le plus important. Ils se répartissent comme suit :

- Supérieur hiérarchique (90 % des répondants)
- Demande des employés (55 %)
- Évaluation du rendement (29 %)
- Assurance et contrôle de la qualité (26 %)
- Nouvelle technologie (10 %)
- Comité de formation (6 %)

OFFRE EN FORMATION DU RÉSEAU DE L'ÉDUCATION

L'offre du réseau de l'éducation pour approvisionner en main-d'oeuvre l'industrie de la microélectronique provient de l'ensemble des niveaux secondaire, cégep et universitaire. Au niveau secondaire, les cours de formation offerts couvrent peu les nouvelles technologies d'encapsulation et d'assemblage des composants. Même s'il existe une volonté d'amélioration au niveau collégial par le développement et l'adaptation de programmes, la quantité des diplômés est insuffisante. De plus, un bon nombre de finissants poursuivent au niveau universitaire plutôt que de joindre le marché du travail. Sauf pour l'Université du Québec à Montréal (UQÀM), qui offre un programme de premier cycle en microélectronique, le niveau universitaire se limite au traditionnel programme en génie électrique qui offre une spécialisation en microélectronique qu'au deuxième cycle.

Au niveau secondaire :

A) Montage de câbles et de circuits - option optique/photonique (DEP en attente d'approbation ministérielle)

Le programme Montage de câbles et de circuits (DEP) offrira, possiblement dès l'automne 2002, deux options : aérospatiale et optique-photonique. L'option optique-photonique inclura des cours spécialisés sur les circuits imprimés, l'optique et la photonique, en plus de partager un tronc commun avec l'option aérospatiale. Ces deux options sont le prolongement de l'ancien DEP en Montage de câbles et de circuits en aérospatiale. Le nouveau contenu permettra à l'École des métiers de l'aérospatiale de Montréal (EMAM) de mieux desservir les entreprises spécialisées en assemblage de composants électroniques et en fabrication de systèmes optique-photonique.

Offert par l'EMAM depuis plusieurs années, le programme Montage de câbles et de circuits en aérospatiale était celui qui préparait le mieux, jusqu'à présent, les futurs monteurs de circuits imprimés. Bien que destiné à l'industrie aérospatiale, les diplômés de ce programme pouvaient se trouver assez aisément de l'emploi au sein des entreprises effectuant l'assemblage de pièces en microélectronique. Toutefois, les conditions de travail plus favorables du secteur de l'aérospatial incitaient les diplômées à s'y joindre, ne laissant que quelques finissants à l'industrie de la microélectronique. Le nouveau DEP vient donc résoudre en partie cette problématique.

Le nouveau programme vise les objectifs de formation suivants : acquérir les connaissances, les habiletés et les attitudes nécessaires pour interpréter des procédures de travail et des dessins techniques; appliquer des règles de santé et de sécurité au travail et des techniques de manutention; comprendre le fonctionnement d'un circuit optique-photonique; pouvoir monter les composants d'un système optique-photonique et voir à son entretien; effectuer des travaux d'usinage manuel et d'assemblage mécanique; appliquer des techniques de sertissage et de brasage tendre; pouvoir assembler les composants d'une carte à circuit imprimé; comprendre le fonctionnement d'une machine à brasage automatique.

Signalons enfin que l'EMAM entend réviser ses programmes d'ici deux ans de manière à offrir des programmes de formation intégrant les plus récents développements technologiques.

B) Montage de circuits imprimés (formation sur mesure)

Pour répondre aux besoins de l'industrie des circuits imprimés, l'EMAM a également développé une formation sur mesure de courte durée (420 heures). Ce contenu permet à l'étudiant de se familiariser avec les tâches suivantes :

soudage et façonnage sur des circuits imprimés; montage de circuits imprimés; retouches et remaniement de circuits imprimés.

Au niveau collégial :

En 1992, une commission parlementaire procédait à une vaste consultation des différents acteurs du monde de l'éducation. De celle-ci ressortit entre autres un processus de révision de tous les programmes d'études collégiales selon l'approche-programme et l'approche par compétences dans la perspective du développement intégral de la personne. Les six programmes liés au secteur de l'électrotechnique n'ont pas échappé à cette réforme et font *actuellement* l'objet de cette révision amorcée en 1996. Que faut-il retenir des changements en cours ?

A) Technologie de l'électronique (243.11)

Ce programme est présentement en cours de révision. L'année de sa future implantation n'est cependant pas encore arrêtée, mais nous pouvons penser à une implantation possible pour l'automne 2004. Les changements attendus sont passablement importants. Même si trois options seront encore disponibles, soit *Ordinateurs, Télécommunications et réseaux et Audiovisuel* (les appellations ne sont pas encore tout à fait définies), il n'y aura plus de tronc commun lié à ce programme, mais seulement des compétences à atteindre par l'élève. Les 23 collèges offrant ce programme seront alors libres de déterminer la manière et le nombre d'heures à consacrer à l'atteinte de chacune des compétences. Ils ne pourront cependant offrir à leurs élèves que deux des trois options, exactement comme c'est le cas présentement. Pour l'instant, notons que dix-sept (17) établissements dispensent l'option *Télécommunications*, seize (16) l'option *Ordinateurs* et deux (2) l'option *Audiovisuel* (un à Montréal et l'autre à Québec). Soulignons que le nombre de personnes diplômées dans ce programme d'études, selon les statistiques du MEQ portant sur la Relance auprès des finissants, a chuté dramatiquement au cours de la période 1999-2001, passant de 425 à 229.

Les objectifs actuels de ce programme d'études sont : installer, dépanner, réparer et entretenir de l'équipement et des systèmes électroniques de natures diverses (ordinateurs, télécommunications, audiovisuel); dessiner des schémas, construire des prototypes de systèmes destinés à la manipulation des signaux électroniques et en faire la mise au point; participer à l'élaboration de projets.

B) Technologie de systèmes ordonnés (243.15)

La révision de ce programme selon l'approche par compétences est presque achevée. Les études préliminaires et l'analyse de la situation de travail sont terminées. La validation des objectifs et des standards du programme, en concertation avec les autres collèges et les industries, est prévue pour le mois de juin 2002. L'analyse des coûts liés à l'implantation suivra. Cette implantation s'effectuera possiblement à l'automne 2004. Le chargé de projet prévoit qu'une difficulté surgira de ce nouveau programme, à savoir l'existence d'un trou béant quant à l'enseignement de l'électronique analogique; ce qui aura pour effet d'évacuer de plus en plus l'usage des mathématiques. Un autre problème soulevé est le faible effort de promotion du programme auprès des élèves du secondaire.

Présentement offert dans six (6) établissements, dont trois (3) au sein de la RMR de Montréal, ce programme a pour objectifs d'amener l'élève à : lire, écrire, développer et mettre au point les programmes de toutes les couches logicielles d'un système ordonné; dessiner des schémas, construire des prototypes de systèmes ordonnés ou de composants destinés à ces systèmes et en faire la mise

Profil de la main-d'oeuvre et de l'Industrie de la microélectronique

au point; choisir, agencer et configurer les différentes parties (matérielle, logicielle) d'un système ordonné pour les intégrer dans des applications en temps réel; installer, entretenir et modifier des systèmes informatisés servant à l'acquisition et à la manipulation des données ou au contrôle des procédés; utiliser couramment les outils de pointe en dessin assisté par ordinateur (DAO) et en conception assistée par ordinateur (CAO), ainsi que les principaux progiciels utilisés en milieu de travail.

C) Technologie physique (244.AO)

L'implantation de la nouvelle version de ce programme d'études, selon l'approche par compétences, s'effectuera à l'automne 2002. Une plus grande place sera désormais octroyée à l'enseignement de la photonique. Les élèves pourront également acquérir des compétences en matière de procédés de fabrication de matériaux, en amélioration et maintien, en développement de matériaux et en acoustique. Trois collèges sont autorisés à offrir ce programme, dont deux dans la RMR de Montréal, soit le cégep André-Laurendeau et le collège John-Abbott. Environ le quart des personnes diplômées poursuivent des études universitaires.

Les objectifs de la nouvelle version du programme sont les suivants : identifier et analyser les phénomènes physiques intervenant dans un procédé industriel ou dans une installation expérimentale; procéder au traitement du signal électrique et à l'acquisition de l'information concernant un phénomène physique; assister l'ingénieure ou l'ingénieur ou la chercheuse ou le chercheur dans la conception et la mise au point de produits ou de procédés dans le domaine du génie physique et de la haute technologie mettant en cause l'instrumentation physique et les systèmes ordonnés; choisir, utiliser, optimiser, entretenir et modifier des instruments et des procédés de haute technologie; participer à la gestion d'un projet, d'un atelier ou d'un laboratoire

D) Technologie de la conception électronique (243.16)

Ce programme, actuellement offert dans quatre (4) établissements collégiaux au Québec dont trois dans la RMR de Montréal et un en Mauricie, ne sera plus offert à l'avenir. La raison invoquée par le MEQ est fort simple : destiné à former des technologues pour le marché du travail, il ressort que plus de 50 % des personnes diplômées de ce programme poursuivent des études universitaires au lieu de se retrouver à la fin de leurs études collégiales sur le marché du travail. Le MEQ devraient donc annoncer prochainement la fermeture de ce programme.

E) Technologie de l'électronique industrielle (243.06)

Les personnes diplômées du programme de *Technologie de l'électronique industrielle* (243.06) ne sont pas principalement recherchées par les entreprises oeuvrant au sein de l'industrie de la microélectronique.

F) Avionique (280.04)

Ce programme, qui fait partie du secteur de l'électrotechnique, vise à faire de l'élève un spécialiste du rendement d'équipements d'avionique à la fine pointe de la technologie, allant des systèmes électriques et électroniques d'avions les plus simples jusqu'aux plus modernes. Comme il ne vise pas la formation de spécialistes en microélectronique, nous ne l'avons pas abordé dans le cadre de la présente étude.

Au niveau universitaire :

A) Baccalauréat en microélectronique (7874)

Offert uniquement par l'UQÀM, et ce, pour tout le Canada, ce programme existe depuis 1988. D'une durée de trois ans, il est axé principalement sur la conception de systèmes et de composantes microélectroniques et vise à doter l'élève d'une compréhension des phénomènes physiques en général, de la microélectronique en particulier et de ses applications dans les domaines des ordinateurs et des télécommunications. Non contingenté, ce programme accueille annuellement environ une soixantaine d'élèves.

Ce programme, bien que le grade accordé au terme de sa réussite soit celui de bachelier ès sciences appliquées, ne donne cependant pas accès à la pratique du génie tel que régie par l'Ordre des ingénieurs du Québec. Même si ce programme ne prévoit pas de profils de sortie, les élèves peuvent assez facilement développer une spécialisation dans le domaine des télécommunications, par un choix de quatre cours complémentaires. Enfin, soulignons que les personnes diplômées en microélectronique sont particulièrement recherchées.

B) Baccalauréat en génie microélectronique (7937)

L'UQÀM a été autorisée à offrir un programme de baccalauréat en génie microélectronique, d'une durée de quatre ans et d'un stage coopératif. Contingenté à 40 élèves par année, le programme, qui sera offert pour la première fois à l'automne 2002, a été conçu en tenant compte des exigences du Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes en Ingénierie.

L'objectif principal du programme consiste en l'acquisition des connaissances et le développement des habiletés requises pour concevoir des composantes et des systèmes microélectroniques. Ces compétences, qui prennent en premier lieu appui sur la formation de base de tout ingénieur, seront acquises par la réalisation des objectifs spécifiques suivants: maîtrise des concepts et des lois fondamentales qui entourent les propriétés des matériaux (silicium et autres) servant à la fabrication des composantes microélectroniques; connaissance de la nature et des caractéristiques des phénomènes physiques propres à ces matériaux; initiation aux diverses techniques de fabrication des dispositifs semi-conducteurs en général et des composantes fortement miniaturisées en particulier; acquisition des connaissances et développement des habiletés requises pour concevoir des systèmes microélectroniques en fonction d'une application tout en sachant y intégrer une ou plusieurs composantes microélectroniques; acquisition des connaissances et développement des habiletés nécessaires à la programmation des éléments logiciels ou des composantes microélectroniques dans les systèmes microélectroniques, et à la réalisation d'outils logiciels d'aide à la conception de systèmes ou de composantes microélectroniques.

C) Projet de baccalauréat de génie en microélectronique (École Polytechnique – Université de Sherbrooke – Université McGill)

Malgré le besoin grandissant d'ingénieures et d'ingénieurs spécialistes en microélectronique, peu d'institutions offrent au Québec (hormis l'UQÀM) de programme de formation en ingénierie au premier cycle universitaire en microélectronique. La pénurie de main-d'œuvre qualifiée en microélectronique fait régulièrement l'objet d'articles et est de plus en plus décriée. Il faut se rendre à l'évidence : cette situation est problématique, d'autant plus que l'industrie microélectronique canadienne anticipe des besoins annuels excédant 1 000 ingénieures et ingénieurs spécialistes dans le domaine.

C'est suite à ce constat qu'à l'hiver 2002, trois institutions partenaires, soit l'École Polytechnique de Montréal, l'Université de Sherbrooke et l'Université McGill, ont exprimé à leur tour à la Commission d'évaluation des programmes de la Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec le souhait de mettre en place au Québec un programme conjoint de premier cycle universitaire en génie microélectronique, distinct de leurs autres programmes respectifs de génie. La décision du CREPUQ devrait être connue au cours des prochains mois.

La structure de ce futur programme constitue sa principale originalité. Le baccalauréat se composera de deux parties : la première, de 90 crédits, permet d'acquérir les compétences de base du génie microélectronique, notamment des compétences scientifiques et techniques propres au génie microélectronique, des compétences visant l'interface entre la microélectronique et le vivant, des compétences en conception, des compétences interpersonnelles et des compétences intrapersonnelles. Le programme est conçu pour que tous les étudiantes et étudiants aient, à la fin de cette formation de base, acquis les mêmes connaissances et développé les mêmes compétences peu importe l'institution d'origine.

La seconde partie du programme sera constituée de deux blocs de spécialisation de 15 crédits chacun. Les étudiantes et les étudiants auront à choisir deux blocs de spécialisation (par exemple : conception de circuits et de systèmes microélectroniques intégrés; spécification, validation et tests; microfabrication de circuits et composants; applications dans les domaines des télécommunications, biomédical, photonique, etc.) et, selon leur choix, ils auront la chance de changer de campus pour un ou deux trimestres.

La deuxième grande originalité du programme est sans contredit l'intégration de «l'ingénierie du vivant et de microélectronique», qui consiste en l'intégration de compétences dans le domaine de l'anatomie et de la physiologie humaine, des capteurs biomédicaux, etc. Ce domaine fait l'objet de plusieurs nouveaux programmes dans les grandes universités américaines.

6.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La tendance vers la sous-traitance en microélectronique est bien amorcée et se poursuivra en raison de l'augmentation des coûts d'infrastructure et de la complexité accrue de la technologie.

Selon le groupe Technology Forecasters, la sous-traitance de la fabrication des produits électroniques permet un temps de mise en marché plus rapide, des coûts en matériel et en main-d'oeuvre de 5 à 20 % plus économiques et une réduction d'environ 10 % des frais fixes.

Les forces et les faiblesses du Québec pour l'industrie de la microélectronique sont les suivantes :

Forces

- une présence de plusieurs chefs de file de l'industrie à l'échelle internationale ;
- d'excellentes universités et de nombreux collèges;
- de nombreux entrepreneurs intéressés à innover;
- une culture de plus en plus répandue de partenariats entreprises-universités, ainsi qu'un système avancé de centres de liaison et de transfert;
- un puissant système de fonds de capitaux de risque et d'aide à la création de nouvelles entreprises;
- un généreux système de crédits d'impôt à la recherche-développement.

Faiblesses

- peu de projets d'envergure en microélectronique qui visent le développement de nouveaux savoir-faire et qui se situent au niveau de la recherche préconcurrentielle;
- absence de concertation des efforts de R&D et de stratégies nationales ;
- insuffisance de concertation des efforts au niveau de la formation de personnel hautement qualifié. *« Les problèmes de main-d'œuvre ne tiennent pas qu'à des écarts quantitatifs entre l'offre et la demande. Ils tiennent aussi aux contenus parfois inadéquats des formations, par méconnaissances des besoins effectifs des milieux de travail. La résolution de ces problèmes nécessite des échanges plus nombreux entre le milieu de l'enseignement et du travail, de façon à assurer une meilleure circulation de l'information sur la nature et le niveau de besoins. »* Politique québécoise de la science et de l'innovation ; MRST, 2001, page 13.

DÉFIS ET OPPORTUNITÉS

Le développement des entreprises en microélectronique repose sur leur capacité à offrir des services à la fine pointe de la technologie en s'appuyant sur :

- La réalisation de programmes de R&D;
- La disponibilité d'une main-d'oeuvre qualifiée;
 - Baccalauréat en microélectronique,
 - DEC en technologie électronique et physique,
 - Formation en microsoudure et assemblage complexe de composants.
- La migration vers des procédés plus efficaces tels les SoC, les puces à protubérances et la haute résolution;
- L'adoption du concept de parc industriel pour les entreprises des secteurs des plaquettes de circuits imprimés et d'assemblage de composants. Ce concept s'appuie sur le développement de partenariats d'affaires pour la mise au point de nouvelles technologies en microélectronique pour les futures générations de produits.

Il est possible de bénéficier d'une opportunité de positionnement international par une concertation des intervenants québécois à partir des acquis solides déjà en place.

Réalisation de programmes de R&D

L'industrie des semiconducteurs aux États-Unis étant en difficulté dans les années 80 a su retrouver son rang de numéro un et domine à nouveau le marché mondial. Ceci s'est fait notamment grâce à l'aide de l'État et à la mise en place de nombreuses initiatives collectives regroupant les efforts des industriels du secteur. Bien que les entreprises se livrent une vive concurrence, elles n'hésitent pas à s'associer à des projets de recherche précompétitive pour mettre en commun leur savoir-faire.

L'évolution du secteur de la microélectronique s'appuie généralement sur de très grandes entreprises telles qu'Intel, Texas Instruments ou Motorola, ayant les moyens financiers de diffuser des produits innovants à grande échelle et donc à prix concurrentiel. Ces industriels bénéficient :

1. d'un réseau d'entreprises à la pointe de l'innovation, ayant accès à d'importants capitaux,
2. d'un marché intérieur important où l'adoption de nouveaux produits est très rapide,
3. d'un soutien important du gouvernement fédéral et des états locaux à la recherche précompétitive.

Au Québec, le niveau de R&D des entreprises des secteurs de la conception et des composants actifs est important grâce aux généreux crédits d'impôts disponibles, cependant, on constate peu d'activité en recherche précompétitive. La participation à des programmes internationaux de R&D tel le sixième programme cadre de la Communauté économique européenne pourrait faciliter la migration de nos entreprises vers les plus récentes technologies de la microélectronique.

Disponibilité d'une main-d'oeuvre qualifiée

La présente enquête permet de conclure que les perspectives d'embauche pour les ingénieurs en microélectronique, les techniciennes et les techniciens en conception ou en R&D en électronique, ainsi que pour les métiers d'encapsulation de puces à protubérance (BGA) et d'assemblage des composants en surface (SMT) au Québec sont favorables.

La mise en place d'un programme de génie microélectronique généralisé à l'ensemble des universités permettrait non seulement de faire face à la demande et aux besoins des entreprises mais aussi à faciliter la croissance des activités de R&D réalisés au Québec.

Face à une croissance de la demande de personnel qualifié, une grande proportion des postes en conception ou en recherche et développement en électrotechnique est occupée par des personnes diplômées n'ayant pas de compétences particulières en conception ou en R&D. En effet, le fait qu'une forte proportion de personnes diplômées de ces programmes d'études poursuivent à l'université; plutôt que d'entrer sur le marché du travail, constitue une problématique particulière.

Cette situation est surtout préoccupante dans le cas du programme « Technologie en conception électronique » où plus des deux tiers des personnes diplômées s'inscrivent à l'université. La demande pour ces personnes est si élevée que la possibilité d'offrir certains de ces programmes de formation dans d'autres collèges pourrait être envisagée.

Enfin, nonobstant tous les acquis et le généreux programme gouvernemental de crédits d'impôt à la R&D, cette industrie demeure fragile à cause de la vive concurrence venant d'ailleurs et d'un effort de R&D et de concertation insuffisant pour maintenir, voire augmenter, l'expansion de cette industrie.

ANNEXE I – LISTE DES PERSONNES RENCONTRÉES

Gisèle Aubin, V-p, Ressources humaines
Megatech Electro

Lucie D'Astou, Chef divisionnaire, opérations EMS Canada
Solectron

Nora Desrocher, Programme électrotechnique, Niveau collégial
Ministère de l'Éducation

Linda C. Moore, Gérante, Administration
Société canadienne de microélectronique

Danielle Soulière, Directrice
École des métiers de l'aérospatiale de Montréal

Nicole Verrette, Programme électrotechnique, Niveau secondaire
Ministère de l'Éducation

Jacques Beauvais, Président
Quantiscript

Raouf Boulos, Chef de programme, SIT
EMS Technologies

Martin Chalifoux, Directeur
PMC-Sierra

Alain Charlebois, Administrateur de projets
Graphiques Matrox

Michel Chiasson, Vice-président
Silonex

Sylvain Cobello, Directeur corporatif
Digico

Michel S. Côté, Président
Digico

Jacob Davidson, Génie Microélectronique
UQÀM

Gilles Deschênes, Enseignant, Technologie du génie électrique
Cégep Lionel-Groulx

ANNEXE I - Suite

Alain Desjarlais, Enseignant, Technologie physique
Cégep André-Laurendeau

Sammy Di Tomasso
CMC Electronics

Dr. Vesselin Dimitrov, Directeur général
SyQuartz

Yves Gagnon, Président
LTRIM Technologies

Dan Gale, Vice-président
Société canadienne de microélectronique

Lindsay Geoffrey, Coordonnateur à l'éducation
Société canadienne de microélectronique

Peter Grosev, Directeur des ventes
SyQuartz

Alexander Kalil, Président
ADTEK Photomasks

Maurice Lacharité, Ressources humaines
Perkin Elmer Optoelectronics

Serge Laflamme, Contrôleur
Varitron Technologies Inc.

André Lafontaine, Vice-président, Finances
GOAL Semiconductor

Benoît Lavoie, Enseignant
École des métiers de l'aérospatiale de Montréal

Irv Lustingman, Président
GOAL Semiconductor

Peter MacKenzie, Vice-président, Développement d'affaires
Design Workshop

François Marquis, Président
Design Workshop

Bertrand Massé
Zarlink Semiconducteur

ANNEXE I - Suite

Erik Michaelsen, Directeur des opérations
IBM Canada Ltée

Brian Mink, Directeur
Innovator Electronic Assembly

Lorenz Mink, Président
Innovator Electronic Assembly

Walter Reichert, Vice-président
EMS Technologies

Michel A. Salmon, Ressources humaines
Hyperchip

Pierre Thibault, Chargé de projets
Cégep André-Laurendeau

ANNEXE II – LISTE DES ENTREPRISES

CONCEPTION

AMERISYS	Conception circuits	Montréal
CIRCUITS IMPRIMÉS GALIN	Conception PCI	Laval
COMPORT DATA	Conception Micro	Montréal
DESIGN WORKSHOP	Outil de conception	Montréal
DÉVOTECH ÉLECTRONIQUE	Conception circuits	Marieville
GOAL ELECTRONICS	Conception Micro	Montréal
INNOVOX	Conception circuits	Montréal
INTRONIC SEMICONDUCTOR	Conception Micro	Hull
ISAAC NEWTON TECHNOLOGIES	Conception circuits	Montreal
LTRIM TECHNOLOGIES	Conception analog.	Laval
LYRTECH	Conception circuits	Québec
MAYA HEAT TRANSFER	Outil de conception	Montréal
MPB TECHNOLOGIES	Conception & Tests	Montréal
POCATEC	Conception circuits	La Pocatière
PRODUCTIX	Conception circuits	Terrebonne
SMIS R&D	Conception circuits	Sherbrooke
SYSACOM R&D PLUS	Conception circuits	Le Gardeur
SUMMIT TECHNOLOGIES	Conception PCI	Montréal
TECHNOLOGIES NOVIMAGE	Conception circuits	Montréal

COMPOSANTS ACTIFS

ADTEK PHOTOMASK	Masques	Montréal
ALFT	Equip.Micro	Hull
CMC ELECTRONICS (BAE)	Hybrides	Montréal
DALSA (MITEL)	Fonderie Si	Bromont
EMS TECHNOLOGIES	Sansfab	Montréal
GRAPHIQUES MATROX	Sansfab	Montréal
HYPERCHIP	Sansfab	Montréal
IBM CANADA	Encapsulation	Bromont
MICROBRIDGE	Procédé Fab.	Montréal
PERKIN ELMER	Diodes	Vaudreuil
PMC-SIERRA	Sansfab	Montréal
QUANTIScript	Procédé Fab.	Sherbrooke
SILONEX	Hybrides	Montréal
SOLVISION	Tests	Longueuil
TASK MICRO-ELECTRONICS	Hybrides	Montréal

ANNEXE II - Suite

COMPOSANTS PASSIFS

BROWNSBURG	Transformateurs	Lachute
DOCOM Technologies	Cables	Longueuil
GGI INTERNATIONAL	Claviers	Montréal
GROUPE TEKDATA	Boitiers métaux	Brossard
IGG ÉLECTRONIQUE CANADA	Connecteurs	Mirabel
INFRAVISION LSI	Dét. Infrarouges	Ste-Foy
MEMTRONIK INNOVATIONS	Claviers Membranes	Montréal
SEKU COMPOSANTS	Comp	Montréal
SYQUARTZ	Cristaux	Trois-Rivières
TRANSFORMATEURS TRANSFAB	Transformateurs	Boucherville
TRIONIQ	Boitier pr Cartes	Chicoutimi

PLAQUETTES DE CIRCUITS IMPRIMÉS

CIRCUITS IMPRIMÉS DE LA CAPITALE	PCI	Québec
CIRCUITS TECHNOLOGIQUES AVRO	PCI	Montréal
CMR CIRCUITS	PCI	Montréal
CORFIN	PCI	Boucherville
D.E.M. CONTROLS	PCI	Montréal
ELECTROPAC (CANADA)	PCI	Montréal
EPOXY TECH M.C.S.	PCI	Montréal
GRM CIRCUITS ENR.	PCI	Montréal
LABO CIRCUITS	PCI	Montréal
MULTIFOR	PCI	Montréal
ORBTECH	PCI	Montréal
PROMACAD SERVICES CANADA	PCI	Montréal
REPRO-PRÉCISION	PCI	Montréal
VIASYSTEMS INC.	PCI	Montréal

ANNEXE II - Suite

ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

AT & A	Ass.	Montréal
CELESTICA (Primetech)	Ass.	Montréal
CITÉ LOGIQUE DRUMMOND	Ass.	Drummondville
CONCEPTROMEC 2001	Ass.	Magog
DELASTEK	Ass.	Grand-Mère
DÉPRO ÉLECTRONIQUE	Ass.	Boisbriand
DIGICO	Ass.	Laval
ÉLECTRONIQUE S.E.M.	Ass.	St-Nicholas
GDL ELECTRO	Ass.	Montréal
GEMVIS	Ass.	Montréal
GENTEC	Ass.	Ste-Foy
INNOVATOR	Ass.	Montréal
JLS SERVICES	Ass.	Montréal
M2S ÉLECTRONIQUE	Ass.	Québec
MÉGATECH ÉLECTRO	Ass.	Grand-Mère
PROMARK ELECTRONICS	Ass.	Montréal
PRO 2000	Ass.	Ste-Foy
QMA	Ass.	St-Hubert
SCI SYSTEMS (CANADA)	Ass.	Montréal
SOLECTRON CORP.	Ass.	Sherbrooke
SPECTRATECH	Ass.	Montréal
SPECNOR TECNIC CORPORATION	Ass.	Saint-Hubert
TRITON ÉLECTRONIQUE	Ass.	St-Eustache
TRONIK RK	Ass.	Montréal
VARITRON TECHNOLOGIES	Ass.	St-Hubert

ANNEXE III – SOMMAIRE DU QUESTIONNAIRE

SECTION A – PROFIL DE L'ENTREPRISE

1. Coordonnées de l'entreprise ?
2. Secteur de spécialisation de l'entreprise ?
 - A) Outils de conception et de fabrication microélectronique ;
 - B) Conception microélectronique ;
 - C) Conception de cartes de circuits imprimés ;
 - D) Conception de circuits électroniques ;
 - E) Fabrication des circuits intégrés ;
 - F) Fabrication des composants passifs ;
 - G) Fabrication de plaquettes de circuits imprimés ;
 - H) Fabrication de câbles et connecteurs pour applications microélectronique ;
 - I) Assemblage des composants électroniques.
3. Chiffre d'affaires de l'entreprise pour l'année fiscale se terminant en 2001 ?
4. Pourcentage de vos livraisons à l'exportation ?
5. Dans les changements suivants, lesquels ont été vécus par votre entreprise récemment, actuellement, ou le seront aux cours des deux prochaines années. Vous pouvez indiquer plus d'un choix de réponse, autant pour la situation passée, actuelle ou future.
 - A) Développement de nouveaux produits ;
 - B) Développement de nouveaux marchés locaux ;
 - C) Développement des marchés d'exportation ;
 - D) Développement de nouveaux services ;
 - E) Implantation de nouvelles technologies de production ;
 - F) Informatisation de la gestion de la production ;
 - G) Agrandissement de l'usine ;
 - H) Achat de machinerie de pointe ;
 - I) Implantation d'une norme ISO ou d'une autre norme de qualité ;
 - J) Restructuration ou réorganisation de l'entreprise ;
 - K) Autres (précisez).

ANNEXE III - Suite

SECTION B – PROFIL DE LA MAIN-D'OEUVRE

6. Quel était le nombre total de vos employés en 1999, 2000 et 2001? Précisez le nombre d'employés pour chacune des catégories d'emploi suggérés. (Administration, Informatique, Recherche & Développement, Technologies d'assemblage et de production et Commercialisation.)
- 6.1 Si au cours de 2001, vous avez observé une variation importante du nombre d'emplois, à quoi l'attribuez-vous ?
- 6.2 Comment évaluez-vous le taux de roulement de votre entreprise (faible, moyen ou élevé) et comment expliquez-vous le niveau de votre taux de roulement ?
7. Quels sont les principaux métiers ou professions que l'on retrouve chez votre personnel, quelles sont les conditions d'entrée pour chacun de ces postes et quels sont les salaires offerts?
- 7.1 Quels sont les moyens utilisés par votre entreprise pour attirer et garder la main-d'oeuvre qualifiée?
8. Prévoyez-vous engager du personnel au cours de la prochaine année ?
- 8.1 Si oui, précisez les métiers ou professions concernés, en indiquant si ceux-ci seront de nouveaux postes ou seront des embauches attribuables à des remplacements (retraite, taux de roulement, etc.) Précisez de plus les conditions d'entrée susceptibles d'être exigées au moment de l'embauche.
- 8.2 Indiquez, s'il y a lieu, les métiers ou professions pour lesquels les postes sont difficiles à combler et précisez la ou les cause (s).
9. Quelles sont vos principales méthodes de recrutement ?
- 9.1 Si vos méthodes de recrutement diffèrent selon le type de poste à combler, veuillez expliquer pourquoi?

ANNEXE III - Suite

SECTION C – LA FORMATION

10. Quel pourcentage de votre masse salariale avez-vous consacré à la formation (toutes catégories de personnel confondues) au cours des années 1999, 2000 et 2001?
11. Si vous n'avez pas consacré 1 % de votre masse salariale à la formation, comme la loi 90 l'exige, quelles ont été les obstacles à la tenue d'activités de formation.
12. Quels sont les moyens que vous utilisez pour identifier les besoins de formation de vos employés ?
13. Quels sont les principaux formateurs avec qui vous faites affaire ? De plus, veuillez indiquer sur une échelle de 1 à 10 votre degré de satisfaction à l'égard de ces formateurs, 1 étant le degré d'insatisfaction le plus élevé et 10, le niveau de satisfaction le plus élevé :
14. Selon vous, est-ce que les finissants ayant poursuivi des études dans le réseau de l'éducation sont préparés adéquatement pour répondre aux besoins de votre industrie ?
 - A) Finissants des programmes secondaires ;
 - B) Finissants des programmes collégiaux ;
 - C) Finissants des programmes universitaires .
15. Si un des programmes d'études est inadéquat ou pourrait être amélioré, précisez quelles en sont les lacunes et les améliorations qui pourraient lui être apportées. Si un programme n'existe pas et qu'il serait nécessaire de le développer, précisez lequel :
16. Quels sont les emplois, les métiers ou les professions pour lesquels votre personnel manque de compétences ? Inscrivez chacun des emplois (le nombre de personnes concernées entre parenthèse) et cochez les besoins de formation correspondants.

NOUS VOUS REMERCIONS DE VOTRE GÉNÉREUSE COLLABORATION !

Ce document a été publié grâce
à l'aide financière d'Emploi Québec.

