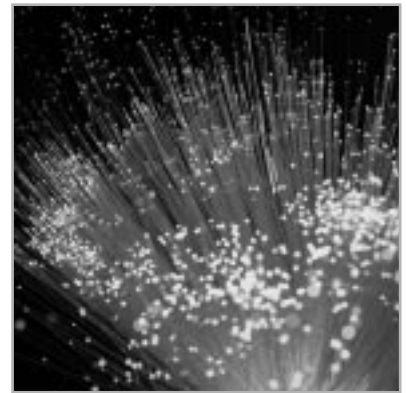


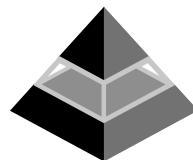
RAPPORT



LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC

Octobre 1999

Présenté par



INNOVATECH
Québec et Chaudière-Appalaches

Commandité par

Le Fonds de diversification de l'économie de la capitale
Le ministère de l'industrie et du commerce

Québec

Produit par



LETTRES	7
REMERCIEMENTS	11
PRÉAMBULE	13
INTRODUCTION	17
PARTIE I	
QUÉBEC AU SEIN DES TECHNOLOGIES, MARCHÉS ET RÉGIONS DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE DANS LE MONDE	29
1.1 LES TECHNOLOGIES	31
1.2 LES MARCHÉS	42
1.3 LES GRANDES RÉGIONS EN OPTIQUE/PHOTONIQUE DANS LE MONDE.....	58
1.4 LE PROFIL DE L'INDUSTRIE DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE DE QUÉBEC	63
1.5 DIAGNOSTIC ET PERSPECTIVES	88
PARTIE II	
LE MODÈLE D'AFFAIRES DE LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC	91
2.1 UN MODÈLE D'AFFAIRES INÉDIT.....	93
2.2 LA POLITIQUE QUÉBÉCOISE DE L'INNOVATION INITIÉE PAR LE CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE	94
2.3 LE SYSTÈME DE LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC	98
2.4 LA TECHNORÉGION ET L'ENVIRONNEMENT FACILITANT DE LA CITÉ	102
2.5 LA CITÉ DE L'OPTIQUE : UN SYSTÈME DE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE, INDUSTRIEL ET COMMERCIAL	118
PARTIE III	
LE PLAN DE RÉALISATION DE LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC	121
3.1 LE DÉVELOPPEMENT DES ENTREPRISES	123
3.2 LES AXES D'ACTION.....	132
3.2.1 La formation et la main-d'œuvre	132
3.2.2 La commercialisation internationale.....	149
3.2.3 Le financement	169
3.2.4 La fiscalité	179
3.2.5 La recherche et développement.....	184
3.3 LES CONDITIONS FACILITANTES	199
3.4 LA COORDINATION	205
ENGAGEMENTS ET PROJET	211
RECOMMANDATIONS	217



LISTE DES GRAPHIQUES

INTRODUCTION

1-1	La convergence des NTIC	21
-----	-------------------------------	----

PARTIE I

1-2	La chaîne des sciences et des technologies de l'optique/photonique.....	32
1-3	Revenus globaux de production : composants et équipements	42
2-4	Revenus mondiaux par segments de marchés de composants	45
3-5	Revenus mondiaux des segments de marchés d'équipements	46
4-6	Illustration d'impacts économiques globaux de l'industrie de l'optique/photonique - 1995 (en \$US)	48
1-7	Courbe de développement des entreprises et des centres de recherche et de formation en optique/photonique dans la région	66
2-8	Destination d'emploi de tous les diplômés du COPL - 1989-1998.....	79
3-9	Destination des ex-étudiants des 2e et 3e cycles du COPL - 1989-1998	79

PARTIE II

1-10	Un modèle au carrefour d'un domaine sectoriel et d'une région.....	94
2-11	Le modèle de l'innovation du CSTQ	97
3-12	Le modèle linéaire traditionnel	97
4-13	Modèle systémique	98
5-14	La chaîne de la valeur ajoutée industrielle en optique/photonique	99
6-15	Le système de la Cité de l'optique	102

PARTIE III

1-16	Les causes de la pénurie de main-d'œuvre.....	134
2-17	Les intervenants du guichet unique de formation en optique/photonique	137
1-18	Répartition du capital de risque au Canada	171
1-19	Les programmes et mesures fiscales du gouvernement du Québec en nouvelle économie	180
1-20	Interrelation entre le marché et la production	186

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION

1-1	Évolution de la part des TIC dans l'économie américaine - 1975-1998	22
-----	---	----

PARTIE I

1-2	Parts des marchés d'applications 147 milliards \$US en 1997 et exemples de produits.....	44
2-3	Segments et revenus de marchés globaux des composants - 1997	45
3-4	Segments et revenus de marchés globaux des équipements - 1997	46
4-5	Revenus de marchés globaux des produits (équipements et composants) par secteurs d'applications (en milliards \$US) - 1997	47
6-6	Composants - en millions \$US et taux de croissance annuels de 1995 à 1997	53
7-7	Équipements - en millions \$US et taux de croissance annuels de 1995 à 1997	54
1-8	Chronologie de création des entreprises et des centres de recherche et de formation en optique/photonique dans la région.....	65
2-9	Les liens historiques entre les dirigeants des entreprises actuelles et les centres de recherche et de formation de la région.....	67
3-10	Répartition des employés et des chiffres d'affaires ou budget de fonctionnement des entreprises, selon leur taille	68
4-11	Les applications de marché présentes dans les entreprises de la région	69
5-12	Nombre d'employés œuvrant en optique/photonique dans les centres de recherche de la région.....	70
6-13	Nombres d'employés et chiffres d'affaires totaux de l'industrie	71
7-14	Évolution du nombre d'étudiants et des diplômés de 1996 à 2001 du Collège de La Pocatière.....	72
8-15	Évolution du nombre d'étudiants et des diplômés de 1996 à 2001 du Collège de Limoilou	73
9-16	Croissance prévue des besoins de main-d'œuvre des entreprises et centres de recherche existants et type de compétences désirées - sur 2 ans.....	76
10-17	Croissance estimée des besoins globaux à court terme (2 ans) de main-d'œuvre dans la région	77
11-18	Évolution en pourcentage de la destination des diplômés de deuxième et troisième cycle du COPL sur les 10 dernières années (voir le détail selon les 1er et 2e cycles à l'annexe 12-x)	80

PARTIE II

1-19	Emploi total et taux de chômage pour les régions de Québec et de Chaudière-Appalaches (mois d'août 1997 à 1999)	103
1-20	Tendances industrielles en 1999 dans la région	104
2-21	Niveau de concentration du savoir, régions de Québec et de Chaudière-Appalaches.....	105
3-22	Évolution de l'emploi 1991-1996 selon le niveau de savoir	105
4-23	Comparaison de niveau de savoir entre la région et le Québec	105
5-24	Professions pouvant être reliés à l'optique/photonique dans les régions de Québec et Chaudière-Appalaches - 1997.....	106

PARTIE III

1-25	Disponibilité du capital de risque au Canada et au Québec en 1998.....	171
2-26	Répartition du capital de risque en fonction de ses origines	172



INNOVATECH
Québec et Chaudière-Appalaches

Le 26 octobre 1999

Monsieur Bernard Landry
Vice-premier ministre
Ministre d'État à l'Économie et aux Finances
Ministre de l'Industrie et du Commerce
Ministre de Finances
12, rue St-Louis
Québec (Québec) G1R 5L3

Monsieur le Vice-premier ministre,
Au printemps dernier, vous confirmiez une fois de plus l'intérêt manifesté par vous et votre gouvernement à l'égard de l'optique et de la photonique dans la région de Québec, en mettant en place les premières mesures fiscales au profit de cette industrie.

Vous affirmiez du même souffle attendre avec impatience les conclusions d'un rapport de la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches chargé de faire le point sur le projet d'élaboration d'une Cité de l'optique et photonique dans notre région.

C'est avec enthousiasme que nous vous remettons, à peine quelques mois plus tard, le fruit de la réflexion d'un groupe de travail chargé d'étudier la question. Sous la présidence dynamique de Régis Labeaume, vice-président du conseil de Innovatech, un comité formé de présidents d'entreprises et des présidents des trois grands centres de recherche en optique-photonique qui oeuvrent déjà dans le milieu régional (l'INO, le Centre d'optique photonique de l'université Laval et le Centre de recherche de Valcartier), s'est penché sur la question.

Plus qu'un rapport, le document que nous vous remettons aujourd'hui constitue un véritable plan de développement de la Cité de l'optique à Québec. En plus de faire état des principaux indicateurs économiques, ce document comprend des engagements fermes de l'industrie, des projets et des recommandations, autant de conditions gagnantes pour réaliser ce projet porteur pour notre industrie.

Comme vous le savez déjà, l'industrie de l'optique est en pleine expansion dans le monde. Malgré un chiffre d'affaires déjà important, évalué actuellement à 150 milliards \$ US, le domaine de l'optique est appelé à progresser de façon fulgurante au cours des prochaines années.

La région de Québec est déjà bien positionnée avec ses trois centres de recherche, mais elle entend faire en sorte que ce secteur d'activité explose davantage afin d'assurer la croissance des entreprises existantes, amener des entreprises d'envergure internationale ici, mais surtout provoquer la naissance de nouvelles entreprises.

Nous espérons que vous prendrez connaissance de ce document avec le même enthousiasme que le comité de travail a eu à l'élaborer. Nous croyons fermement en la pertinence de doter notre région d'une Cité de l'optique, un des plus beaux outils de développement économique que nous ayons imaginé depuis des années dans la région.

Recevez, Monsieur le Vice-premier ministre, nos salutations les plus distinguées.

Jacques Desmeules
Président du conseil

Francine Laurent
Présidente-directrice générale



INNOVATECH
Québec et Chaudière-Appalaches

Le 13 octobre 1999

Aux membres
du conseil d'administration
de la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches

Chers amis(es).

Lorsque vous m'avez demandé en février dernier de prendre en main ce travail de création d'un plan de développement d'une Cité de l'optique, j'ai accepté avec enthousiasme, convaincu des possibilités extraordinaires d'avenir de cette industrie dans la région de Québec.

Au terme de l'exercice, plusieurs mois plus tard, un grand sentiment d'urgence m'anime après avoir constaté comment, dans le monde, une course effrénée est entreprise afin de s'accaparer la part du lion de cette industrie de l'optique-photonique qui est en train de révolutionner, entre autres, la façon et la vitesse de communiquer. Le rythme de développement de cette industrie et l'investissement qu'elle glane sur la planète est carrément époustouflant. En fait, elle évolue à la vitesse de la lumière !

Qu'il suffise de penser qu'actuellement, autour du monde 1 000 mètres de fibre optique sont installés à chaque seconde. En 2005, à peu près 600 000 km de câbles de fibre optique traverseront l'océan, assez pour encercler la terre quinze fois. Cette fibre optique, de la grosseur d'un cheveu, pourra très bientôt transmettre le contenu des 4 millions de livres de la bibliothèque du Congrès des Etats-Unis en l'espace de 14 secondes, transmettre 360 000 copies du dernier film Star Wars dans le même temps, et supporter simultanément 28 millions de connections Internet.

Le plan que nous proposons dans ce document se veut dynamique et réalisable demain matin par l'industrie régionale elle-même. Il est basé sur l'utilisation, la coordination et l'optimisation de ce qui existe déjà, sans réinventer la roue. Il est peu coûteux, et au lieu d'exiger des gouvernements, comme cela est souvent la norme, nous avons demandé à la communauté de s'impliquer et de s'engager dans l'édification de ce projet en expliquant à chacun son intérêt.

Les conclusions de ce travail appellent à l'action rapide. Nous avons décidé d'enclencher l'opérationnalisation du plan afin qu'il ne fasse pas l'objet de trop de réflexions qui nous feraient tous perdre des millions de dollars de retombées économiques à court terme. Obligation est aussi faite à l'industrie d'accepter de coopter ses efforts afin d'assurer sa croissance.

Cette besogne a été accomplie en bénéficiant des conseils d'un comité avisé constitué de personnes remarquables qui représentent et dirigent 90-95 % de l'industrie privée et la totalité des centres de recherche de la région. Leur avis a été constamment requis pour élaborer ce travail et je leur suis absolument reconnaissant pour la disponibilité dont ils ont fait preuve. Nous avons fait le choix de travailler avec ceux et celles qui gagnent leur vie dans cette industrie et nous nous en félicitons encore.

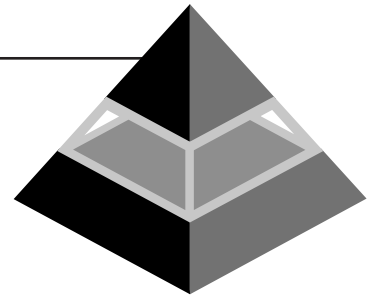
Je remercie aussi le conseil d'administration et notre présidente-directrice générale pour leur soutien à mon égard tout au long de ce boulot, comme je salue la tâche accomplie par l'équipe de Géo-Alliance et Réal Gauthier. Je souligne également la célérité avec laquelle le ministre des Finances et vice-premier ministre du Québec a répondu à notre demande et créé l'incitatif fiscal dévolu à cette industrie dans la région. Je remercie également le personnel du ministère des Finances, du ministère de l'Industrie et du Commerce et du Fonds de diversification de l'économie de la Capitale pour leur collaboration au cours des derniers mois.



Il faudra agir très rapidement. Je dirais même qu'une opportunité comme celle-là se présente rarement dans la vie économique d'une région. Il faudra savoir la saisir vite-ment, sinon nous pourrions nous en mordre les pouces longtemps et rendre compte de notre incapacité à nos enfants qui désireront travailler et vivre ici.

Régis Labeaume
Vice-président du conseil et
Responsable du projet de la Cité de l'Optique

R E M E R C I E M E N T S



La Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches tient à remercier les organismes qui ont rendu possible la production et l'élaboration de ce rapport soit le ministère des Finances, le ministère de l'Industrie et du Commerce et le Fonds de diversification de l'économie de la capitale.

La Société tient à souligner la remarquable contribution de monsieur Régis Labeaume, qui a assumé énergiquement la présidence du comité aviseur. Nous remercions également l'ensemble des membres du comité pour leur généreuse collaboration et pour le temps qu'ils ont investi à ce projet.

INNOVATECH

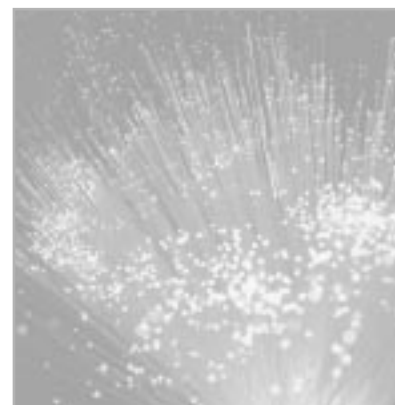
Québec et Chaudière-Appalaches

La Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches





PRÉAMBULE



P R É A M B U L E



S'appuyant sur le dynamisme manifesté par la région de Québec dans le domaine des *technologies de la lumière*, l'édification amorcée de la **Cité de l'optique** vise à faire " exploser " le riche potentiel de l'industrie régionale de l'optique/photonique. Par des moyens structurants de type nouvelle économie, l'harmonisation industrielle préconisée par le " système " d'affaires a pour but d'amplifier davantage, au niveau de la région, la forte croissance actuelle de l'industrie et de l'emploi dans ce domaine. Principalement, cette harmonisation vise à développer les entreprises existantes, à en créer de nouvelles, et à attirer les entreprises de l'extérieur. Tout aussi important est le renforcement des centres de haut savoir en recherche et, en fonction de la main d'œuvre, ceux des enseignements spécialisés universitaires et collégiaux de la région. De plus, à l'échelon de l'industrie de la région, la Cité suppose le déploiement de moyens inédits de commercialisation électronique de type « Business-to-Business », orientés vers la conquête de nouveaux marchés mondiaux, et l'augmentation du taux d'exportation déjà élevé de produits et services en optique/photonique.

Pour accompagner et faciliter la réussite du " Système-Cité " projeté, toutes les ressources et les instances régionales et gouvernementales existantes d'appui aux activités en technologie de pointe de la région sont invitées à contribuer à la synergie recherchée. En ce sens, conduite au départ par Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, l'amorce de la Cité de l'optique de Québec a reçu un appui de taille du Ministre des Finances lorsque ce dernier a rendu public le Budget 1999-2000 du gouvernement du Québec. L'énoncé budgétaire a révélé l'intention ferme du gouvernement québécois de soutenir l'édification de la Cité par un ensemble de mesures fiscales et financières taillées sur mesure pour le projet.

Le rapport en bref

Ce rapport énonce des constats, des résultats d'analyses et des mises en perspective (PARTIE I), un modèle d'affaires (PARTIE II) et des engagements, recommandations et projets spécifiques à réaliser (PARTIE III). Il s'agit d'un tout cohérent et applicable d'orientations, d'objectifs et de moyens stratégiques. Le rapport concerne la mise en place d'un système d'activités technologiques, industrielles et commerciales, dans ce domaine de compétence, à l'échelle de la grande région de Québec, soit, une Cité de l'optique autofinancée et dirigée par l'industrie.

Le mandat initial

Le plan d'édification de la Cité de l'optique de Québec répond à un mandat initial, défini par la firme de consultation Géo Alliance International inc., pour le mandataire du projet, la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches. Ce mandat avait pour but premier la formulation d'un plan d'actions intégrées comportant l'identification de moyens de mise en place d'un " Pôle " structuré d'activités dans le domaine de l'optique, de la photonique et du laser dans la grande région de Québec.

La méthodologie suivie

Dès le départ, la méthodologie s'est orientée sur un début de mise en œuvre pratique du projet de Cité. Elle s'est inspirée de l'élaboration d'un " plan d'affaires ". Sous l'encadrement d'Innovatech, une étroite collaboration avec l'industrie et les organismes de la région a permis de jeter les premières bases de la Cité.

Appliqué itérativement, le plan de travail fut continuellement ajusté en fonction des résultats intérimaires obtenus. Ainsi, en cours de mandat, le traitement des résultats issus du portrait réalisé de l'industrie, notamment l'analyse des attentes et des besoins exprimés par ses dirigeants, a grandement orienté les résultats finaux des travaux qui ont mené à ce rapport. De plus, étant donné l'absence de modèle pour un tel projet de " Cité ", il a fallu, pour une bonne part, l'inventer. Pour cela, les avis individuels et en groupe des membres du Comité aviseur, complétés par nombre d'informations recueillies dans la région et à l'étranger, ont nourri le processus de conception.



Le Comité adviseur

Regroupant une majorité de membres d'industriels, représentant 90 % des emplois de la région dans ce domaine d'activités, un Comité adviseur, dirigé par monsieur Régis LABEAUME, s'est réuni à quatre reprises pour guider les travaux de l'équipe de projet. À titre gracieux, et mandaté par le Conseil d'administration d'Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches pour diriger ce projet, ce dernier a encadré le travail de l'équipe de conception. Le Comité adviseur a regroupé :

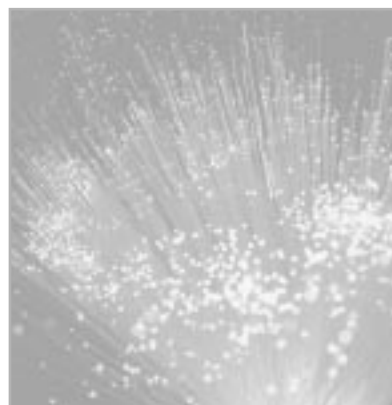
BARSETTI Sarto, Gérant principal planification stratégique	NORTEL NETWORKS INC.
CHÉNARD François, Président directeur général	CORACTIVE HIGHTECH INC.
FAUBERT Denis, Directeur général	CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DÉFENSE VALCARTIER (CRDV)
GIROUX François, Président directeur général	GENTEC INC.
LABEAUME Régis, Président Vice-président du Conseil d'administration	SOCIÉTÉ D'INVESTISSEMENTS ORLÉANS INC. SOCIÉTÉ INNOVATECH QUÉBEC ET CHAUDIÈRE-APPALACHES
LAMONDE Germain, Président directeur général	EXFO INC.
LAURENT Francine, Présidente directrice générale	SOCIÉTÉ INNOVATECH QUÉBEC ET CHAUDIÈRE-APPALACHES
NOËL Claude-Adrien, Président directeur général	NORTECH FIBRONIC INC.
OUELLET Gaston, Ex-Secrétaire général associé	MINISTÈRE DU CONSEIL EXÉCUTIF, GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
PAQUET Jean Guy, Président directeur général	INSTITUT NATIONAL D'OPTIQUE (INO)
TÊTU Michel, Directeur	CENTRE D'OPTIQUE, PHOTONIQUE ET LASER (COPL), UNIVERSITÉ LAVAL
TREMBLAY Yves, Vice-président principal des opérations	JDS UNIPHASE
VAIL Garry, Président directeur général	BOMEN INC.
VOYZELLE Carole, Présidente directrice générale	PARC TECHNOLOGIQUE DU QUÉBEC MÉTROPOLITAIN

Géo Alliance International inc. et ses partenaires

Sous la direction et la coordination de M. Alain FECTEAU de Géo Alliance International inc., le projet a été piloté en partenariat avec M. Réal GAUTHIER de la Société Concept et Forme, qui a agi à titre de chef de projet. Ce dernier a su insuffler méthodes et approches collaboratives, orientations et créativité à tout le projet. Il a été secondé par Mme Isabelle PÉAN, de la firme Géo Alliance International, qui, en plus de colliger nombre de données et de rédiger plusieurs sections du rapport, a assuré les liaisons entre l'équipe de projet et le Comité-Adiveur. M. Yves COTÉ, de la firme Mallette Maheu Arthur Andersen, a fourni l'expertise aux niveaux de la structuration et des objectifs de la Cité. De plus, de la Société Géo Alliance International, Mme Josée DUPONT et M. Éric GIROUX ont contribué à diverses sections du rapport.



INTRODUCTION



INTRODUCTION



1. DÉFINITION PRÉLIMINAIRE DU DOMAINE D'ACTIVITÉS

D'emblée, s'impose une brève définition de l'objet de ce rapport : l'**optique/photonique**.¹

En matière d'histoire du langage, Darwin et Leroi-Gourhan ont tous deux démontré que " *le mot nommant l'outil suit son invention, et non l'inverse* ". Par exemple, bien que les outils et procédés d'intégration interactive de sons/textes/images/données aient été mis au point dans les années 80, ce n'est qu'au début des années 90 que l'appellation *multimédia* s'est généralisée. Il en fut de même pour *Internet* dans les premières années de la décennie 90, bien que ses racines techniques remontent à la fin des années 60.

Symptomatique de l'émergence effervescente des activités de formation, de recherche, de production et de commercialisation portant sur les technologies de la lumière, aujourd'hui, pour les nommer de façon générique, plusieurs appellations ont cours : *optique*, *optoélectronique*, et, de plus en plus, **photonique**. Pour désigner l'ensemble du domaine, ces terminologies sont au cœur d'un débat chez les spécialistes du monde entier. Cependant, aucune ne fait consensus. Dans le cadre de ce travail, il ne nous appartient pas de trancher entre les termes génériques qui ont cours. L'évolution scientifique et technologique, les marchés et le sens commun en décideront dans un proche avenir.

En propre ou de façon associée, le domaine englobe l'optique classique, la physique quantique, l'optoélectronique, l'optique guidée, l'informatique, les télécommunications, etc. Il s'agit d'un " domaine-carrefour " qui appelle une dénomination nouvelle. Dans leurs applications étendues, ces activités concernent **la science et le génie de la génération, de la manipulation, de la transmission et de la détection de la lumière**.

Bien que l'expression soit lourde, il a fallu, tout au long de ce rapport, opter pour **optique/photonique**. Science et technologie, vieille de plusieurs millénaires, l'optique est sans conteste à la racine de ce domaine d'activités. Mais, pour plusieurs, il apparaît que l'avenir soit à la photonique. Tout à la fois, le terme réfère à la particule physique de la lumière, le **photon**, de même qu'à un parallèle voulu et distinctif avec l'électronique. Il demeure que le domaine-carrefour appelle une dénomination nouvelle : conséquemment, les chances sont grandes pour que le terme photonique s'impose au vocabulaire.

2. DANS LA TRAJECTOIRE DE CHAMPLAIN, HOMME DE SCIENCE

Fonder une telle Cité c'est faire œuvre de vision pour assurer sa durée. Situer cette fondation dans l'espace (monde) ainsi que dans la trajectoire du temps (passé, présent et à venir), ne peut qu'ajouter aux conditions de sa réussite, et contribuer à la bâtir solidement.

La fondation de la Cité de Québec en 1608 par Samuel de Champlain constitue une inspiration remarquable pour le présent projet. Au delà des clichés de la petite histoire, Samuel de Champlain est plus qu'un explorateur majeur des terres américaines. Le fondateur de la Nouvelle-France, était aussi un **homme de science**². Géographe et cartographe officiel du roi Henri IV, pour ce faire, il a utilisé de façon émérite l'un des premiers **instruments " optiques " de l'histoire**,

¹ Plus loin, une description plus détaillée permettra d'en préciser les tenants et aboutissants (voir le début de la Partie 1).

² " **Esprit scientifique**, bon observateur, excellent technicien, écrivain, dessinateur, cartographe, ethnographe... Soldat et navigateur consommé, (...) un **'homme d'action'** ". Extrait d'un document du Musée de la Civilisation du Canada : http://www.mvncivilisations.ca/expos/champlain/bio_fra.html



l'astrolabe³. Pour cartographier⁴ la majeure partie des territoires du nord-est américain, il a fait un grand usage des mathématiques de son époque. Homme de vision, de réalisation et de terrain, Champlain a su OSER, ENTREPRENDRE et GÉRER.

Champlain tait omme de vision, de réalisation et de terrain. De 1599 à 1601, il a sillonné les Antilles et l'Amérique du Sud, où, le premier, il eut l'idée du Canal de Panama. Après une tentative infructueuse d'établissement de la Nouvelle-France sur les côtes du Maine, il tira leçon de son échec. Quelques années plus tard, en 1603, il fonda l'Acadie, puis Québec en 1608. Gouverneur de la Nouvelle-France, jusqu'à sa mort en 1635 à Québec, il a sillonné les contrées du nord-est de l'Amérique du Nord, inconnues pour un européen de l'époque. Compte tenu des technologies maritimes du début du XVII^e siècle, courageux, il affronta plus de 12 fois l'Atlantique Nord pour promouvoir son projet de société auprès de ses commanditaires et des autorités royales. Tenace et habile, après un emprisonnement en Angleterre, il a âprement défendu l'illégalité de la prise de Québec par les corsaires Kirke en 1627 et gagné sa cause en se rendant, à ce propos, jusqu'à Londres.

Aujourd'hui, les hommes et femmes de l'industrie de l'optique/photonique de la Cité de Champlain sont invités à braver et conquérir les océans et terres inexplorés et étendus à l'échelle mondiale de leur industrie naissante au sein de la nouvelle économie. Près de 400 ans plus tard, ils peuvent s'inspirer des qualités de cet homme de science, visionnaire, entrepreneur et gestionnaire pour édifier une nouvelle " abitation " à Québec : une Cité de la lumière, vouée à l'optique/photonique.

La section suivante a pour but de situer le macro-contexte qui influence l'ensemble du projet. Ce faisant, elle introduit un certain nombre de notions, voire, de paradigmes nouveaux qui traversent de part en part ce rapport-informations, analyses, recommandations et projets.

3. Nouvelle économie, nouveaux paradigmes

" Tout ce que vous avez appris est faux... "
Peter F. Drucker⁵

À l'orée du XXI^e siècle, l'économie de la planète est soumise à une vague de changements structurels sans précédent. Pour désigner l'ampleur des mutations et la portée des **nouveaux paradigmes en jeu**, l'expression **nouvelle économie**⁶ tend à se généraliser. Quelle que soit l'appellation choisie, *économie de l'information*, *du savoir* ou *économie mondiale*, il est largement admis qu'à l'ère planétaire d'Internet et du multimédia, l'information et la matière grise y jouent dorénavant un rôle économique de premier plan.

À l'œuvre dans cette nouvelle économie, examinons sommairement quatre facteurs se combinent dans une itération de causes/effets :

- **Technologies de l'information et des communications (TIC);**
- **Savoir;**
- **Mondialisation;**
- **Nouveaux modèles d'organisation.**

³ Ibidem : " L'astrolabe, l'un des plus anciens instruments de navigation qui soient, fait son apparition vers 170 avant Jésus-Christ... Il sert... à déterminer l'heure, puis à mesurer la latitude... Au seizième siècle, apparaît l'astrolabe nautique... qui répond aux besoins... des navigateurs. Pour utiliser l'astrolabe nautique, le navigateur devait en aligner l'axe avec l'horizon. Il pointait ensuite l'aiguille, ou alidade, vers le soleil ou l'étoile polaire, selon le cas, afin d'en lire l'angle d'inclinaison sur le cercle gradué. À l'aide du nombre obtenu et en consultant les éphémérides ou tables astronomiques, le navigateur pouvait déterminer la latitude du lieu où il se trouvait. "

⁴ Les États-Unis conservent précieusement plusieurs de ces cartes (dont celle de la côte est de l'Amérique du Nord, à la Bibliothèque du Congrès). Les œuvres de Champlain sont aujourd'hui encore aux programmes universitaires de base de formation des historiens et géographes américains. Voir le site Internet : http://www.mvnf.muse.digital.ca/Explor/champ_e2.htm#img2.

⁵ Traduction de " Everything you learned is wrong... " de Peter F. Drucker, 'Management's New Paradigms', FORBES MAGAZINE, édition du 5 octobre 1998, pages 152 et suivantes.

⁶ À propos de la nouvelle économie, voir en annexe de cette section un dossier regroupant plusieurs articles du magazine BUSINESS WEEK datant de 1997 et 1998: définition, emploi, données, tendances, etc.

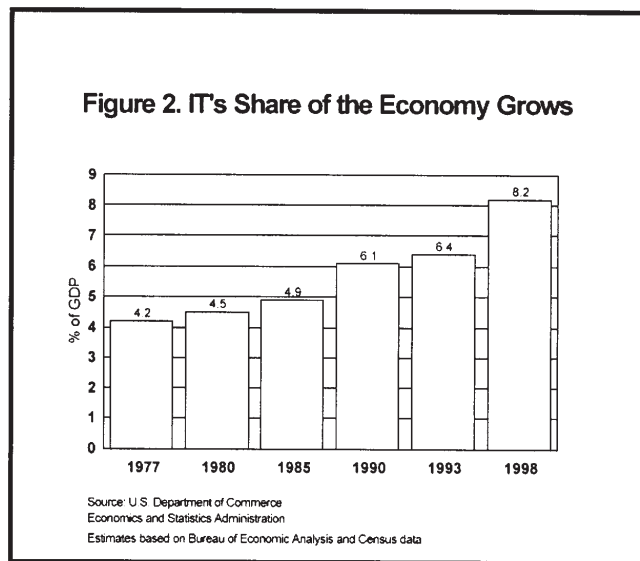
a) Technologies de l'information et des communications

Au cœur des technologies de l'ère numérique actuelle, encore portée par les " électrons " de la micro-électronique, émergent des savoirs et techniques permettant à l'information d'être traitée, stockée, transmise et affichée par l'entremise des **photons**. Tout à la fois, très associée à l'électronique et à l'informatique, les présentes technologies fondées sur la lumière prennent actuellement leur envol. Ce qui est dorénavant décisif en matière de développement des TIC s'explique avant tout par le rôle fondamental joué par les technologies de l'optique/photonique.

Convergence

En fonction du présent du projet d'édification de la *Cité de l'optique de Québec*, le Graphique 1 ci-contre montre l'articulation des technologies TIC à la base de la **convergence** technologique et industrielle qui marque tant nos présentes années. À y remarquer depuis les années 60, grâce à l'invention du laser, le rôle accru des technologies optoélectroniques ou **photoniques** (ligne pointillée) au centre même des TIC.

Graphique 1-1 La convergence des NTIC



1998

Internet et multimédia

Illustration des effets de la convergence, le triptyque télécommunications/informatique/médias orienté à grande vitesse l'évolution en cours des TIC : d'une part, par l'essor fulgurant des **inforoutes** animé par l'**Internet**, et, d'autre part, par les images, les sons/voix et les textes/données interactivement intégrés des procédés **multimédias**. Là, le rôle clé des technologies optiques/photoniques est évident : fibre optique, WDM, disques optiques, DVD, techniques d'imagerie (dont les écrans), infographie 3D, etc. Aujourd'hui, ce sont justement les services interactifs (multimédia) en ligne (Internet) - en attendant le déploiement de la télévision interactive ou TVI naissante - qui propulsent en avant le recours grandissant des TIC aux technologies de la lumière.

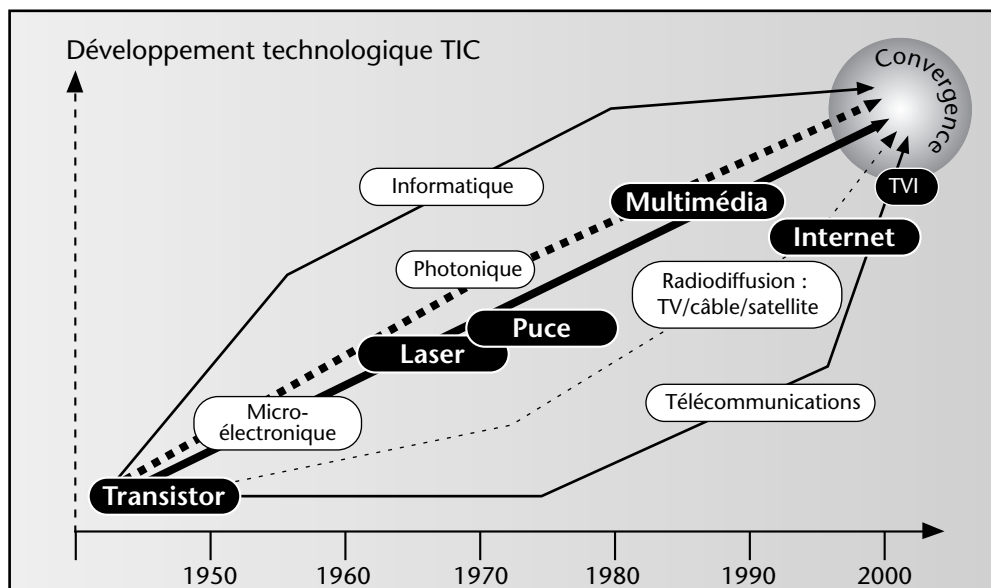
Économie de l'information

À titre d'exemple de l'importance globale des TIC dans les économies de pointe, le Tableau⁷ 1 suivant montre l'évolution de la part des industries TIC aux États Unis, mesurée en fonction de leur participation au PIB global du pays : de 4,2 % en 1977, cette part est passée à 8,2 % en 1998⁸. Avec une importance presque doublée en vingt ans, ses industries constitutives, dont celles de la photonique, ont connu un taux moyen de croissance d'environ 15 % ces dernières années. Les bonds en avant les plus significatifs s'expliquent par la pénétration élargie de la micro-informatique de 1985 à 1990, et, depuis 1993, avant tout par les phénomènes Internet et multimédias combinés.

⁷ The Emerging Digital Economy, Secretariat on Electronic Commerce, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C., USA, 1998, page 4

⁸ Plus de 25 % de la croissance totale, tous secteurs, de 93 à 98

Tableau 1-1 Évolution de la part des TIC dans l'économie américaine - 1975-1998



Télécosmos

Depuis quelques années, en évoquant les impacts majeurs dans la présente économie de l'émergence rapide des technologies reposant sur la vitesse de la lumière, George GILDER⁹ utilise l'expression 'Telecosm' – ou " télécosmos " en français. Son analyse relativise la fameuse loi de Moore : *la puissance de traitement informatique double à tous les 18 mois*. Il affirme¹⁰ que, dorénavant, ce qui est décisif en matière de TIC s'explique par **les technologies optiques/photoniques qui permettront de tripler chaque année d'ici 25 ans la " vitesse " de traitement de l'information et de transmission des réseaux**.

Plus précisément, G. GILDER fournit l'exemple des unités centrales des microprocesseurs les plus puissants (Pentium, Alpha, etc.) qui passent 90 % de leur temps de traitement à attendre que les données en mémoire leur soient transmises. Il explique que si, depuis 20 ans, la puissance des unités centrales augmente au rythme annuel de 48 à 60 %, le temps d'accès aux systèmes de mémoire internes ne progresse que de 7 % par an. Il explique le rôle fondamental croissant des technologies reposant sur la lumière, pour résoudre ce goulot dans la transmission des données en micro-informatique. Considérant le fait que les micro-ordinateurs sont l'élément de base de l'infocommunication convergente, il signale que : " *Tout comme une ressource abondante a rendu possible l'essor miraculeux du traitement et des communications électroniques, la vitesse de la lumière est désormais une ressource rare. Elle recèle les modèles et solutions des ordinateurs et des réseaux du futur et met en péril les architectures des systèmes d'aujourd'hui. Des procédés lithographiques qui gravent les circuits des micropuces, aux circuits de commande qui relient les microprocesseurs et les mémoires au cœur des micro-ordinateurs, aux satellites géostationnaires qui encerclent la planète et qui transmettent les données et les images de la télévision numériques, à la fibre optique qui connecte entre elles les villes éloignées sur les dorsales Internet, la vitesse limite de la lumière a créé une crise dans les systèmes d'information.* " ¹¹

⁹ En large partie, deux des documents de George GILDER de " **The Telecosm Series** " du FORBES MAGAZINE (<http://www.forbes.com/asap/gilder/index.htm>) sont reproduits en annexe de cette section. Ces textes ont été largement utilisés pour la rédaction de cette partie de l'INTRODUCTION.

¹⁰ George Gilder : 'The law of the telecosm ordains that the total bandwidth of communications systems will triple every year for the next 25 years. As communicators move up-spectrum, they can use bandwidth as a substitute for power, memory, and switching. This results in far cheaper and more efficient systems. In 1996, the new fiber paradigm emerged in full force. Parallel communications in all-optical networks became the dominant source of new bandwidth in telecom. Like Moore's law, the law of the telecosm will reshape the entire world of information technology. It defines the direction of technological advance, the vectors of growth, the sweet spots for finance.' De 'Light Speed Trap Ahead Once an Abundant Resource, The Speed of Light Is Now a Scarcity', FORBES MAGAZINE, édition du 6 octobre 1997 - voir les annexes de cette section.

¹¹ Traduction de : 'Once an abundant resource that enabled the miraculous pace of electronic processing and communications, the speed of light is now a crucial scarcity. It constrains the future shapes and solutions of computers and networks and puts today's architectures in real jeopardy. From the lithographic gear that inscribes the circuitry on microchips to the "buses" that link microprocessors and memories at the heart of your PC, from the geosynchronous satellites that circle the globe and transmit digital television images and data, to the fiber-optic networks that connect distant cities on Internet backbones, the lightspeed limit has created a crisis for information systems.' Ibidem, note 11.

À l'orée des promesses d'Internet qui génère l'hybridation en cours des technologies de l'information avec celles des télécommunications, la " rareté économique " suscitée par le " télécosmos " explique la réingénierie actuelle de l'ensemble des industries des TIC.

Le paradigme des technologies de la lumière

L'optique/photonique se transforme en technologie générique, influençant transversalement toute l'économie, voire, succédant à l'électronique et annonçant l'**ÈRE LUMIÈRE** : " *L'explosion du vieux 'party' de l'ère du micro-ordinateur a débuté le 15 novembre 1971 (...) avec l'annonce par Intel de la mise au point du microprocesseur (...). **Maintenant, (...) on se prépare à un nouveau 'party' : le paradigme émergent de l'optique intégrée rivalisant avec celui de l'électronique intégrée.*** " ¹²

Il ne s'agit pas d'une vue de l'esprit. Comment expliquer autrement que par ce " *paradigme émergent de la lumière* " , les bouleversements suivants au sein des industries TIC :

- le grand nombre de méga-acquisitions récentes (Nortel/Bay Networks, AT&T/TCI/AT HOME);
- de fusions (WorldCom/MCI, CLT/UFA);
- de bouleversements d'entreprises en TIC (multiples investissements d'Intel¹³, réorganisation du pôle communication de Vivendi-Havas/Canal+ et repositionnement des Bertelsmann, Siemens, Alcatel, Oracle), d'apparition fulgurante de nouveaux joueurs mondiaux (AOL/Netscape, Amazon.com, Softbank);
- ainsi que l'essor de régions technologiques nouvelles (New York, Silicon Alley, en nouveaux médias; San-Francisco, en multimédia; Bangalore aux Indes, en informatique);
- et Microsoft investissant tous azimuts en contenant et en contenu TIC, etc.

Électronique et optique/photonique côte à côte, tout est présentement touché en matière d'industries numériques : l'informatique matérielle comme logicielle, l'offre TCP/IP de produits des équipementiers et de services de télécommunications distribuées, les nouveaux contenus d'information et de transaction en ligne, les technologies de l'image et du son, l'ajustement des industries culturelles conventionnelles, l'émergence de nouvelles entreprises et de nouveaux médias, l'approche itérative adoptée en gestion de l'innovation (R&D), les processus de dé/re-réglementation sans cesse à remettre en chantier, les stratégies et politiques industrielles et culturelles des États, etc.

C'est ainsi que 'Technology-Push', les économies et marchés sont poussées vers l'avant, avec en simultané, création, transformation et destruction d'activités, de savoir et de savoir-faire. Par exemple, on estime qu'Internet à lui seul a fait naître plus d'un million d'emplois aux États-Unis de 1993 à 1997¹⁴. Pour toute société ou région détenant un atout moteur, telle l'optique/photonique - comme c'est le cas pour Québec - l'avenir peut être radieux à la condition de s'organiser pour en profiter.

b) Savoir

*" La nouvelle économie se fonde sur le cerveau, non pas sur le muscle.
Seule l'intelligence y compte. "*
Don TAPSCOTT¹⁵

Depuis plusieurs années, pour toute économie et société, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) affirme l'importance du virage stratégique vers les activités centrées sur le **savoir**. En matière d'emploi, l'OCDE écrit qu'" *Il est aujourd'hui primordial pour les entreprises et les pouvoirs publics d'accroître l'investissement immatériel... dans l'amélioration des qualifications et des compétences de la main d'œuvre. En effet, (...) les perspectives*

¹² " THE OLD PARTY EXPLODED into the PC era when Intel on November 15, 1971, (...) announced the microprocessor (...). Now, (...) we are ready for a new party: a new paradigm of integrated optics to rival the previous paradigm of integrated electronics." George GILDER, " **Paradigm Party** ", ASAP, FORBES MAGAZINE, édition du 24 août 1998

¹³ Voir en annexe " **INTEL veut être l'une des briques de base de l'économie Internet** " : Entrevue avec Craig Barrett, PDG d'Intel, LES ÉCHOS du 29 juin 1999, page 15

¹⁴ New York Times, 23 octobre 1997, page A30.

¹⁵ Traduction de " **The New Economy is based on brains, not brawn. The only thing that count is smarts** " Don TAPSCOTT, " **MINDS OVER MATTER** " BUSINNES 2.0, édition de janvier 1999.



en matière d'emploi sont bonnes pour les travailleurs hautement qualifiés...¹⁶ Cette importance des activités de la connaissance est directement tributaire des TIC qui permettent de numériser les savoirs. De telle sorte que ces derniers, se multipliant sous des formes inédites, font naître de nouvelles compétences. Ce qui est facilité par la diminution sans cesse de coût d'acquisition des savoirs, alors que les barrières d'exploitation des connaissances entre pays se libéralisent.

L'information comme ressource économique

La principale caractéristique d'une société qui fait du savoir une priorité, réside en une utilisation extensive de l'information dans tous ses secteurs constitutifs, anciens comme nouveaux. Ainsi, outre d'investir en enseignement supérieur, en recherche scientifique, en culture, en R&D et encourager la généralisation des TIC, elle incite d'abord ses entreprises à placer l'intelligence au centre de leurs activités pour accroître leur productivité, développer des produits, stimuler l'innovation et ouvrir de nouveaux marchés. Au moment où naissent les " **affaires interentreprises en ligne** " (le 'e-business'), l'**intelligence d'affaires** et la **gestion du savoir**, la maîtrise de la ressource " information " devient une exigence commerciale pour toute région et entreprise.

*" Un de nos plus importants défis est d'attirer, de retenir et de motiver les travailleurs hautement qualifiés. Plusieurs d'entre nous (dirigeants) avons récemment concentrés nos efforts à accroître la valeur des titres de nos actionnaires en restructurant nos organisations. À l'avenir, cette valeur sera créée par l'amélioration des ressources humaines. Nous devons plus nous concentrer à recruter, former et conserver les gens les plus appropriés. "*¹⁷

Les compétences hautement qualifiées

En économie du savoir, en ce que l'on nomme le " tertiaire supérieur " ou " secteur quaternaire ", la haute qualité des compétences requises est un impératif¹⁸, plus particulièrement en recherche scientifique et en R&D. À long terme, centres supérieurs de recherche/R&D et de formation, apprentissage continu, perfectionnement et passerelles d'enseignement supérieur/entreprise conditionnent la réussite réciproque des employeurs (entreprises), des travailleurs et des sociétés/régions qui y investissent de façon appropriée. Plus encore, à l'échelle mondiale, il y a concurrence entre régions, entreprises et universités pour le recrutement et la rétention de ceux qui sont à la pointe de la compétence et du talent en leur domaine. **Car, les " idées " migrent facilement avec les cerveaux qui les génèrent.**

La recherche scientifique en optique/photonique

Comme le souligne G. GILDER¹⁹, actuellement, la technologie optique/photonique émergente est fortement tributaire de la recherche scientifique en physique fondamentale, plus particulièrement, en physique quantique. Conséquemment, les industries optiques/photoniques ne peuvent réduire leur recherche aux seuls aspects dits " utiles ", collés aux besoins à court terme des marchés, telle, par exemple, la recherche de type ingénierie appliquée ou en R&D de " packaging " de produits et services, sans mettre en danger leurs potentiels technologiques d'avenir, voire, s'engager dans des culs-de-sac technologiques. Les régions optiques/photoniques dotées de centres universitaires et de recherche spécialisés en ce domaine disposent d'atouts pour faire d'elles des gagnantes prévisibles au sein de la course mondiale qui y a cours, car, elles associent deux ingrédients essentiels de succès, **savoirs scientifiques** et **réservoirs de compétence pointues**.

Gestion du savoir et intelligence d'affaires

En gestion du savoir, des disciplines nouvelles apparaissent dans le sillage des possibilités inforoutières et des systèmes de pointe de gestion de base de données en ligne. Notamment, en fonction de ce projet : la gestion du savoir ('Knowledge Management'²⁰) et l'intelligence d'affaires constituent des hautes priorités. Dorénavant, les systèmes d'information en ligne permettent une gestion dynamique, active, de l'information scientifique et d'affaires. Le savoir n'est plus passivement contenu dans des réservoirs " élitistes " du type des bibliothèques traditionnelles.

¹⁶ Jean-Claude Paye, Secrétaire général de l'OCDE, **L'économie fondée sur le savoir, L'observateur de l'OCDE**, no 200, juin-juillet 1996, page 4.

¹⁷ Traduction de : 'One of the preeminent challenges is to attract, retain, and motivate qualified knowledge workers. Many of us have been concentrating upon increasing shareholder value by restructuring. Henceforth, value will be created by improved human resources. We'll focus on recruiting, training, and keeping the right type of people.' — entrevue avec un dirigeant des États-Unis : " **Inside the Mind of the CEO, The 1999 Global CEO Survey, Second annual PricewaterhouseCoopers/World Economic Forum** " : sondage auprès de dirigeants (ou 'CEO'. Chief Executive Officers) de grandes corporations de 19 pays d'Asie, d'Europe, d'Amérique latine et d'Amérique du Nord, World Economic Forum, janvier 1999, Davos, Suisse, page 12

¹⁸ Le même rapport cité (note 19) indique que 97 % des dirigeants ayant participé aux entrevues accordent la plus haute priorité à la gestion du savoir comme " *condition critique de succès de leur entreprise* ", page 12.

¹⁹ Voir en annexe de cette section, G. Gilder, " **Light Speed Trap Ahead Once an Abundant Resource** ", ASAP, FORBES MAGAZINE, édition du 7 octobre 1997

²⁰ Voir en annexe de cette section, succinctement exposé, un modèle de gestion active du savoir : Karl M. Wiig, " **On the Management of Knowledge** " The Wiig Group, Arlington, Texas,

En termes de marché, le commerce en ligne interentreprise ('Business-to-Business') fleurit à vitesse grand V, représentant actuellement plus de 80 % de toutes les affaires en ligne utilisant l'Internet. Associé à l'intelligence économique, ce type de commerce est davantage que des sites Internet commerciaux de type " cartes d'affaires " ou de dépliants promotionnels en ligne d'offre de produits et de services, mais une action commerciale proactive et totalement intégrée (" marketing mix ") de communication et de vente (les Dell, Cisco et Intel mènent le bal mondial sur ce plan en effectuant aujourd'hui pour DES MILLIARDS \$US DE TRANSACTIONS EN LIGNE PAR MOIS.). Gérer activement le savoir d'affaires impose **de toute urgence** aux entreprises et sociétés/régions de faire usage de nouveaux outils en ligne et d'amorcer une nécessaire réingénierie commerciale.

Culture

Ces mesures ne sont pas strictement économiques. De plus en plus, on reconnaît l'apport de la Culture²¹ à cette économie, car la connaissance ne peut être séparée de la sensibilité. D'autant plus que les régions technologiques se mobilisent autour de projet de société qui nécessite des changements de mentalités et d'aménagement différent des territoires économiques d'antan. Ils exigent d'être accompagnés de mesures pour soutenir des mutations difficiles de mentalités pour gérer la co-existence de références culturelles différentes au sein d'organisations organisées et orientées en fonction du commerce mondial²². Du même ordre, la réussite commerciale des nouveaux produits et services multimédia hors/en ligne, dont la mise en forme efficace de nouveaux services d'information et de transaction d'affaires sur Internet, requiert l'apport des talents artistiques que recèlent les industries culturelles.

c) Mondialisation

Aujourd'hui, et encore plus demain, Internet engendre un espace sans territoire ni fuseau horaire, que l'on qualifie de " virtuel " ou de " cyberspace ", qui émerge à pleine vitesse des nouveaux systèmes d'échanges économiques sans frontière, globalisés. Il est à l'origine de ce que d'aucuns nomment **les nouvelles routes commerciales**.

La course à la mondialisation

À noter que la mondialisation en cours ne date pas d'hier. La création de la Société des Nations suivie de celle de l'ONU et de ses institutions et programmes verticaux, les ententes et larges regroupements internationaux tel que le Commonwealth, la croissance progressive du commerce international amorcée depuis fort longtemps, le brassage des populations par l'immigration, etc., s'enracinent pour une partie dans les siècles derniers. Il s'agit d'une marche inexorable pour l'humanité. Cependant en une décennie, voire en quelques années, dynamisée par la déferlante de l'**Internet** - la constitution d'immenses **entreprises multinationales** dans tous les secteurs, la rapide croissance des **économies émergentes**²³, particulièrement celles de l'Asie, et les ententes larges de **libéralisation des marchés**, la marche devient course. Pour les entreprises, pour croître ou, du moins, voir venir la concurrence et s'ajuster, cela signifie désormais d'orienter leurs perspectives et activités d'affaires en fonction de l'ensemble de la planète.

Un sondage²⁴ récent de la firme Pricewaterhouse/Coopers réalisé à l'occasion du Sommet 1999 de Davos montre à l'égard de la globalisation, d'une part, un fort consensus parmi les centaines de dirigeants des plus importantes entreprises de toutes les régions du monde, à savoir : " *la globalisation, bien qu'encore incomplète, est une réalité imminente* ". Débutée, elle est loin d'être complétée.

L'Asie

D'autre part, le même sondage révèle que, selon les estimés de ces mêmes dirigeants, les plus importantes opportunités d'affaires des trois prochaines années viendront, en ordre d'importance, des régions suivantes : **d'Asie, 66%** ; d'Europe, 13% ; d'Amérique du Nord, 12% et d'Amérique latine, 6%.

²¹ Dans les années 80, l'économiste japonais Yoneji Masuda, dans " **The Information Society as Post-Industrial Society** " (Bethesda, MD: Institute for the Information Society, 1981, page 87 et suivante), a démontré l'importance de l'articulation de la Science et de la Culture, au faite des savoirs quotidiens pour toute économie ou société.

²² '**INSIDE THE MIND OF THE CEO**'... voir note 19 : Extraits des **FAITS SAILLANTS** : "While CEOs, as one would expect, focus principally upon corporate vision and strategy, an increasing number regard issues of corporate culture and employee behaviour as the next priority. Experience in managing multicultural teams was viewed by the CEOs as the most valued attribute in a list of important characteristics for global managers within their companies.", page 2.

²³ Voir en annexe quelques données sur le commerce international et une analyse des conséquences sur la globalisation des crises financières qui ont, ces dernières années, affectés les économies émergentes : Pennar Karen, '**WORLD TRADE: TWO STEPS FORWARD, ONE STEP BACK**', BUSINESS WEEK Magazine, édition du 31 août 1998.

²⁴ Voir la note 19 précédente, '**INSIDE THE MIND OF THE CEO**'... page 5



Agir régionalement en fonction des nouvelles routes commerciales

Aujourd'hui, orientées par et vers les nouvelles routes commerciales en ligne, la mondialisation favorise des processus d'affaires reposant sur des **actions régionales** (application du truisme " *penser globalement, agir localement* ") et des **alliances**.

Conquête de parts de marché et délocalisation de la production

La mondialisation cause une mutation dans les façons de produire et d'échanger. Les grandes entreprises mondiales en TIC se concentrent plus sur la conquête de parts de marchés, donc sur la commercialisation de produits et services d'application, que sur la conception et la production de technologies de base (composants et équipements). Elles délocalisent leurs usines et/ou sous-traitent, en bonne partie en Asie pour les activités les plus simples. En optique/photonique, certaines de ces entreprises en TIC se sont cependant dotées de centres d'activités majeures de production et de commercialisation en ce domaine : Lucent, Alcatel, Nortel Networks, Hewlett Packard, Cisco, Sony, Toshiba et Canon. À cette liste, pour la fibre optique, on pourrait ajouter les Corning et Pirelli.

d) Nouveaux modèles d'organisation

En fonction de l'économie du savoir et des " réseaux ", le monde devenant un vaste marché ouvert à des produits et services associant l'information et les expertises de pointe. Les organisations qui les façonnent et les gèrent, doivent conséquemment en tenir compte de façon importante.

Les présents changements structurels ne sont pas tout à fait nouveaux, puisque au cours de la dernière moitié du millénaire, les modes économiques fondamentaux de production et d'organisation de nos sociétés sont successivement passés d'une exploitation brute de ressources naturelles, dominés par l'agriculture (secteur primaire - artisanat), à une transformation manufacturière (les manufactures - à la Colbert) et ensuite industrielle de matières premières (secteur secondaire - chaînes de montage et taylorisme), pour évoluer vers des services à forte intensité de ressources humaines (secteur tertiaire). Ce dernier secteur est devenu le plus important, en termes d'emploi et de contribution au PIB.

Si au cours des derniers siècles les muscles de la main d'œuvre des secteurs primaires et secondaires furent continuellement, pour reprendre une image de McLuhan, " extensionnés " par des machines. Conjointement, s'y combine, apparue ces dernières décennies, l'ère des technologies numériques : les micro-outils d'intelligence, " extensions du cerveau ", et, depuis peu, les réseaux à données et intelligence distribués obligent à une transformation du fonctionnement des organisations. Ils provoquent des modifications significatives dans les modèles prévalants d'organisation des entreprises et des sociétés/régions.

Le paradigme du réseau

Un maître mot des technologies de pointe actuelle, **réseau**, constitue aussi l'un des nouveaux paradigmes de la gestion des organisations d'aujourd'hui. Ce paradigme concerne autant les entreprises que les sociétés/régions qui participent à la nouvelle économie. Par exemple, l'OCDE²⁵ signale qu'aujourd'hui, le progrès technologique provient de plus en plus du résultat d'un ensemble de relations complexes entre les organisations et les individus engagés dans des processus de production, de distribution et d'application en réseau fondés sur une variété de savoirs pour les traduire en valeur ajoutée supérieure. Ces liens peuvent prendre diverses formes : recherches communes, échanges de personnel, partage de brevet, publications coopératives, achats d'équipement, etc. Autre exemple, l'organisation répandue de consortium ('joint ventures') ou d'alliances diverses, voire, de réseautage/maillage, s'inscrit dans ce modèle de coopération interentreprise au sein duquel les intervenants demeurent libre de compétitionner au sein des marchés. À tel point qu'en gestion, on parle littéralement " d'organisation-réseau " et de " coopération ".

²⁵ (...) In most countries, R&D collaborations between firms and strategic technical alliances are growing rapidly. This is especially evident in new fields such as biotechnology and information technologies, where development costs are particularly high. **Firms collaborate to pool technical resources, achieve economies of scale and gain synergies from complementary human and technical assets.** Also important, but more difficult to measure, are the informal linkages and contacts among firms whereby knowledge and know-how are transferred, including relationships among users and producers and the role of competitors as both a source for and stimulus to innovation. (...)', **National Innovation Systems**, ('NIS') Publication de l'OCDE, 1997, page 7, (document disponible par Internet : http://www.oecd.org/dsti/sti/s_t/inte/prod/nispub.pdf).



“ Business-to-Business ”

Plus encore, les Intranet/Extranet et les “ affaires électroniques ” (‘E-business’) appliqués surtout au commerce inter-entreprise (‘Business-to-Business’) sous-tendent le début de la généralisation de pratiques²⁶ de gestion en réseau inédites :

- désintermédiation, favorisant des relations plus directes entreprises-fournisseurs et entreprises-clients,
- jusqu’à ce jour centralisées, *délocalisation* de fonctions appliquée soit à des établissements de production ou de commercialisation, soit à de projets de conception en ligne de type R&D entre individus et centres distants, etc.,
- désynchronisation d’activités complexes dont l’unification finale repose sur l’informatique.

Politique de l’innovation

Du même acabit, de nouveaux modèles d’organisation sont à l’œuvre au niveau des sociétés/régions. Observant que les secteurs économiques fondés sur les produits et services immatériels croissent plus vite que ceux basés sur le tangible, en considérant que le savoir est le moteur principal de la productivité et la croissance, les États et **régions** qui agissent en fonction de la nouvelle économie, adoptent des actions économiques collaboratives à cet égard. Ils se dotent de politiques et stratégies (dont le **Système d’innovation technologique - SIT** - promu par l’OCDE²⁷ : voir la Partie 2 de ce rapport) axées sur la mise en valeur coopérative du capital humain, sur le déploiement d’infrastructures, sur des partenariats publics/privés et sur des mesures gouvernementales orientées davantage sur la mise au point d’**environnements facilitateurs** plutôt que sur des interventions directes à l’ancienne façon. Les mesures pour faciliter l’enseignement supérieur, la R&D et la formation qualifiée en entreprise sont au cœur de ces actions de manière à élargir l’assise économique globale de l’intelligence.

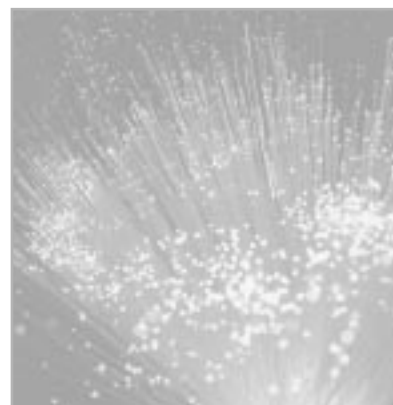
²⁶ En ces pratiques de gestion en réseau, les PME ne sont pas de reste comme en témoigne en annexe l’article de presse reproduit du journal LA TRIBUNE, Paris, édition du 20 avril 1998, intitulé “ **La technologie stimule la croissance des PME américaines** ”.

²⁷ Ibidem OCDE, note 27 : ‘Analysis of technology performance and policies has traditionally focused on inputs (expenditures on research and development and number of research personnel, for example) and outputs (such as patents). These indicators are standardised... But their limitations have become evident over time. Conventional indicators do not offer convincing explanations of trends in innovation, growth and productivity. Their ability to measure the general ‘innovativeness’ of an economy, or its capacity to produce new knowledge and technology, is limited. (...) A main goal is to improve the comparability of innovation indicators across countries. Work currently underway at the OECD focuses on **flows of technical personnel, the links between institutions, the formation of industrial clusters and the sources of innovative behaviour by firms.**’





PARTIE I



PARTIE I

QUÉBEC AU SEIN DES TECHNOLOGIES, MARCHÉS ET RÉGIONS DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE DANS LE MONDE



1.1 LES TECHNOLOGIES DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE

Le rôle fondamental de la lumière dans nos vies s'exprime par une dualité, omniprésence et " primordialité ", car, source de vie. De façon générale, de concert avec les arts, la science et les technologies cherchent à toujours mieux la comprendre, l'expliquer et la " dompter ".

En fonction des divers publics visés par ce rapport, cette section a pour but de fournir un aperçu¹ général, **non spécialisé**, des sciences et des technologies de l'optique/photonique. Notons que celles-ci sont complexes par leurs multiplicité et leur mouvance, sans cesse soumises sont-elles au choc des percées continues de la science et du génie. En conséquence, cerner avec précision leurs tenants et aboutissants est des plus difficiles. L'irréductible lumière conserve toujours une partie de son mystère...

1.1.1 L'évolution des sciences et technologies de la lumière

Depuis toujours artistes ont joué de la lumière. On se rappelle le " sfumante " de Leonardo da Vinci, le clair-obscur de Rembrandt et, proche de nous, l'épopée impressionniste. À ceux-ci, il y aurait lieu aussi de considérer les jeux d'ombre et de perspective des Dürer et artistes du quattrocento italien.

Vers l'année 2 500 avant J.C., l'usage du verre a commencé à se répandre. Auparavant, on utilisait des miroirs de métal poli, selon ce qu'en dit l'archéologie. Depuis longtemps, les premiers hommes de " science " et de " ingénierie " de l'**optique naissante** ont cherché à maîtriser les savoirs et outils jouant des phénomènes lumineux. Quelques milliers d'années avant J.C., on ne peut passer sous silence les calculs et instruments d'observation astronomique des " lumières célestes " des peuples khmères (et très sûrement chinois) et mayas, des plus avancés selon ce que l'histoire nous en révèle. Proche de notre culture occidentale, les grecs Ampédocle et Euclide, entre autres, se sont œuvrés aux théories et théorèmes concernant la **géométrie optique**. Et, très sûrement, à la même époque, il en était de même en Asie mineure. Héritier des savoirs de l'Antiquité par la bibliothèque d'Alexandrie, au tournant du premier millénaire, les arabes ont approfondi les travaux de l'antiquité en **optique classique**. Par la suite, dont Descartes, les plus prestigieux fondateurs de la science dite moderne, ont consacré beaucoup de leurs réflexions savantes à mettre à jour les **lois de la lumière en optique**. Au 17^e siècle, les microscopes et les télescopes étaient munis de lentilles performantes. Plusieurs des plus grands hommes de science de l'histoire ont tenté de percer les mystères de la lumière. Ainsi en 1704, Issac Newton publiait son texte " *Optiks* ", un classique expliquant les principes fondamentaux de la réflexion et de la réfraction. Einstein a lui aussi consacré beaucoup de son temps à comprendre la lumière.

Un tour d'horizon² des prix Nobel de physique de ce siècle est révélateur de l'importance des savoirs et techniques concernant de près ou de loin la lumière. On retrouve notamment :

1907 Albert A. MICHELSON : mesure de la vitesse de la lumière;

1918 Max PLANCK : dont le nom est synonyme de la physique quantique, pour ses travaux en thermodynamique et sur la radiation;

¹ La source principale de ce texte provient de **HARNESSING LIGHT, Optical Science and Engineering for the 21st Century**, publié par le National Research Council, Washington D.C., National Academy Press, 1998; aussi largement utilisé les publication de Laurin Publishing dont le magazine **Photonics Spectra** et son " **Dictionary** ".

² Source Internet : <http://nobelprizes.com>

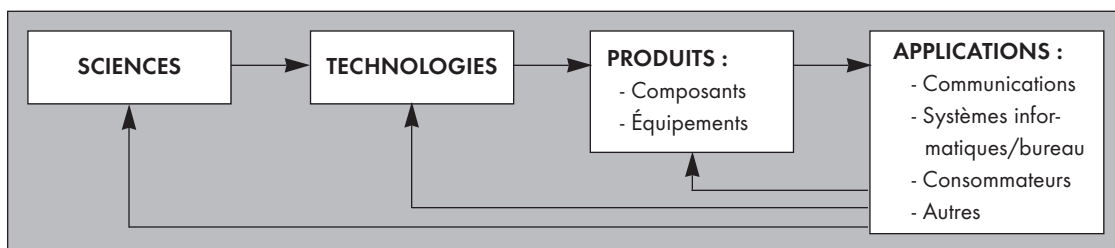
- 1921 Albert EINSTEIN : pour sa théorie des effets photoélectriques (l'hypothèse du quantum de la lumière, plus tard nommé **PHOTON**);
- 1930 Sir Ch. Chandrasekhara V. RAMAN : l'effet Raman, nommé d'après lui, concerne la dispersion de la lumière;
- 1964 Nicolay BASOV, Aleksandr PROKHOROV et Charles TOWNES : leurs travaux ayant mené aux inventions des **maser** et **laser**³;
- 1966 Alfred KASTLER : pour sa méthode optique d'étude des résonances hertziennes au niveau atomique (travaux associés à la dispersion de la lumière, à sa polarisation, etc.);
- 1971 Dennis GABOR : lequel est à la source du développement de l'holographie;
- 1981 Nicolaas BLOEMBERGEN, Arthur L. SCHAWLOW et Kai Manne SIEGBAHN : la spectroscopie par laser (et spectroscopie électronique à haute résolution).

Cette liste n'est pas complète. Ces derniers trente ans, plusieurs des prix Nobel ont couronné des découvertes en matière de la mécanique quantique et/ou reliés à des travaux expliquant les **comportements physiques élémentaires de la matière**, lesquels influencent grandement le cours de la " science " et du génie actuels de l'optique/photonique. Celui de 1999, en physique, vient d'être accordé à Gerardus't HOOFT et à Martinus J.G. VELTMAN, pour avoir mathématiquement élucidé la structure quantique de l'interaction faible de la matière. Plus encore, en 1999, le prix Nobel de chimie réfère directement au domaine. Le lauréat, Ahmed H. ZEWAÏL, a révolutionné la recherche en chimie grâce à la mise au point d'une technique laser ultrarapide d'observation du mouvement atomique d'une molécule pendant une réaction chimique. Et tout porte à croire que l'histoire va continuer, donc, " à suivre "!

De la physique optique classique au laser

À la suite de l'optique classique, le tour d'horizon précédent démontre qu'en amont, l'optique/photonique contemporaine est tributaire d'avancées multidisciplinaires de pointe, notamment en mathématiques et en physique quantique. S'y ajoutent des contributions de la chimie particulièrement en ce qui concerne les nouveaux matériaux, dont des emprunts aux biotechnologies (biophotonique). **Toute société qui investit en optique/photonique, se doit de maintenir une solide activité ouverte autant sur les sciences fondamentales qu'appliquées.** En effet, en aval, le génie, sous toutes ses formes, est tout aussi porteur de progrès par ses inventions, perfectionnements d'outils et de procédés et applications pratiques, dont, spécifiquement ceux relatifs à l'électronique (domaine rapproché) et de l'informatique. L'avènement, au début des années 60, du laser avec toutes les applications qui s'en sont suivies, est une preuve que, parallèlement à la " science pure ", la technologie pousse le domaine vers l'avant. " Techno-push " oblige! Ce va-et-vient itératifs entre produits/applications et savoirs scientifiques/technologiques est illustré par le graphique suivant.

Graphique 1-2 La chaîne des sciences et des technologies de l'optique/photonique



C'est en juin de l'année 1960 que le physicien Theodore MAÏMAN réussit à " dompter " l'incohérente lumière naturelle, jusqu'à ce jour, au sein d'un laboratoire de l'entreprise Hughes Aircraft. Depuis, les développements subséquents pour toujours mieux maîtriser la lumière " cohérente " par l'entremise de **l'outil laser constituent donc le fondement de l'optique/photonique contemporaine, que d'aucuns nomment la PHOTONIQUE.**

Tout de suite⁴, l'industrie des télécommunications s'est saisie du laser nouvellement né pour le perfectionner et lancer un des volets majeurs de la révolution actuelle de l'information et des télécommunications, celles des **communications**

³ MASER, " *Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation* "; LASER, " *Light Amplification by Simulated Emission of Radiation* "

⁴ Le 6 octobre 1999, ce communiqué de presse souligne l'évènement : " *Developers of Fiber Optic Technology Receive Draper Prize... WASHINGTON - The National Academy of Engineering (NAE) announced that three engineers - Charles K. Kao, Robert D. Maurer, and John B. MacChesney - are the recipients of the 1999 Charles Stark Draper Prize for their work in developing fiber optic technology, a watershed event in the global telecommunications and information technology revolution. The \$500,000 prize will be presented... next February during National Engineers Week.* "



optiques à haute vitesse. À tel point qu'en début d'année 1999, mondialement, plus de 215 millions de kilomètres de fibre optique sont installés, soit l'équivalent de 280 aller-retour de la terre à la lune. C'est au début des années 60, que Charles K. KAO, à l'emploi d'un laboratoire d'ITT, décrit les applications pratiques des communications fondées sur la fibre optique en remplacement des fils de cuivre en téléphonie. En 1970, Robert D. MAURER a dirigé l'équipe de chercheurs de la société Corning qui conçoit et produit la première fibre optique industrielle. Puis, en 1974, John B. MACCHESNEY, avec ses collègues du Bell Laboratories d'AT&T de l'époque, mis au point un procédé⁵ qui a permis de faire un pas en avant dans la production de masse de fibre optique fiable et de qualité.

Ce rapide survol de l'évolution historique, forcément des plus incomplets, permet d'introduire " l'essai " suivant de définition du domaine.

1.1.2 Une définition de l'optique/photonique

En rapide émergence, l'optique/photonique concerne un **domaine** d'activités scientifiques, technologiques et industrielles, aux frontières largement déployées. Comme tel, et dans ses applications étendues, il concerne **la science et le génie de la génération, de la manipulation, de la transmission et de la détection de photons**, composants de base de la lumière, à la fois faite **d'ondes** et de **particules d'énergie**. Domaine-carrefour prometteur, il combine différents savoirs et nombre de techniques spécifiques, telles que celles relatives aux lentilles, laser, diodes électroluminescentes, fibres de verre et de plastique, etc.

Très majoritairement associé aux TIC, l'optique/photonique intègre notamment l'optique classique, l'électronique et le génie logiciel. Mais malgré sa longue histoire, l'optique demeure un champ d'activités très moderne.

Une technologie générique

La lumière occupe une telle place dans l'existence naturelle, et à ce point évidente, qu'il faut un effort de conscience pour s'en apercevoir. La lumière ultraviolet a probablement joué un grand rôle à l'origine de la vie biologique et végétale. La photosynthèse est à la base de presque toutes les formes de vie primitives. Pour les humains, la vue est le sens le plus critique dans la perception du monde environnant. Effectivement, l'œil sophistiqué des vertébrés est un des détecteurs de lumière les plus raffiné jamais inventé.

Au 21^{ème} siècle, par l'entremise des technologies de l'optique/photonique, tout indique que la lumière jouera un rôle encore plus déterminant dans les communications, en information, en médecine, en défense nationale, et dans les divers champs scientifiques. Si en 1960, la mise au point du premier laser engendre une révolution dans la maîtrise de la lumière, d'autres développements la concernant sont moins évidents, mais leurs impacts peuvent être observés sur les produits de base et les commodités de la vie quotidienne.

Il n'est donc pas surprenant que l'optique/photonique devienne un des points de mire de la nouvelle économie globale. Aux États-Unis, les entreprises actives en optique/photonique sont plus de 5 000 et leur impact financier annuel dépasse les 50 milliards \$US.

Plus significatif encore est le rôle **générique** (" **enabling** ") de l'optique/photonique, ouvert à une multitude d'applications. Cette ampleur générique est à la fois un indicateur de l'importance de ce champ scientifique et de ses nombreux défis qui l'attendent. Comme l'illustre le texte présenté à la page suivante, il s'agit d'une technologie dorénavant **transversale** à l'économie et à toute la vie contemporaine.

Les disciplines de la science et du génie de l'optique/photonique⁶

De façon **multidisciplinaire**, l'optique/photonique englobe l'optique classique, l'optique quantique, l'optoélectronique, l'optique guidée, l'électro-optique, l'optomécanique, l'ingénierie optique, la physique quantique, la biophotonique, de même que l'électronique, l'informatique, les neurosciences de la vision, etc. Cette longue liste démontre à quel point ses techniques et ses champs d'action très ouverts, sont toujours rebelles à toute tentative de catégorisation définitive. Énoncer en détail les définitions de ces disciplines serait faire œuvre d'encyclopédistes tellement elles sont multiples. Sur le sujet, *Photonic Spectra*, magazine majeur de l'industrie, recense 5 700 définitions dans son glossaire. L'énumération suivante permet de dessiner une partie des champs de définitions concernés.

⁵ " Modified Chemical Vapor Deposition "

⁶ Outre " **Harnessing Light...** " cité précédemment, cette section emprunte à BAHAA E.A. Saleh & MALVIN Carl Teich, " **Fundamentals of Photonics** ", Wiley-Interscience Publication (JOHN WILEY & SONS INC) et, aussi à IRVING Bruce, " **A Gentle Introduction to Optical Design** " <http://www.opticalres.com/gentle95.html>

ILLUMINER NOTRE VIE QUOTIDIENNE⁷

Malgré le fait que l'optique soit omniprésente dans notre vie quotidienne, à peine la remarque-t-on. Ironiquement, non seulement les produits de la technologie optique sont souvent invisibles mais nous nous habituons très rapidement aux nouvelles technologies. Aujourd'hui, nous ne prêtons guère attention aux contrôles à distance à infrarouge, diodes ou imprimantes laser qu'aux miroirs parmi nous depuis l'antiquité. La petite histoire qui suit, nous rappelle à quel point les technologies optiques nous accompagnent partout dans notre quotidien.

Au lever, Jean arrêta la sonnerie du **réveille-matin**, alluma la **lumière** et se leva. Au rez-de-chaussée, il mit en marche la cafetière et alluma la **télévision** pour regarder les **prévisions météorologiques**. Après avoir vérifié l'heure sur l'**horloge** de cuisine, il se servit un café et se rendit dans le **solarium** pour lire son **journal**.

Au premier, les enfants se préparaient pour l'école. Tout en s'habillant, Julie écoutait sa **chanson** préférée. Jacques se sentait malade. Sa mère, Sylvie, prit sa **température**. Julie partait pour l'école, alors que Jacques restait à la maison pour la journée.

Jean prit la route vers son lieu de travail dans sa nouvelle **voiture** dont l'affichage est une vitrine de haute technologie. Il traversa un pont et remarqua les **téléphones d'urgence** sur les abords de l'autoroute. En chemin, il croisa des **panneaux de signalisation et d'autoroute**, ainsi qu'un policier qui contrôlait la vitesse des automobilistes grâce à son **radar**.

De nombreux **messages téléphoniques** et une **télécopie** attendaient Jean sur son bureau. Il démarra son **ordinateur** et consulta quelques références sur un **CD-ROM**. Il les **imprima** pour les regarder à nouveau plus tard. Après avoir **copié** quelques **notes** de dernière minute, il se rendit à la salle de conférence pour effectuer une **présentation**.

Pendant ce temps, Julie marchait vers l'école. Alors qu'elle passait devant la maison de ses voisins, un **indicateur de sécurité** s'alluma. Au coin de rue suivant, elle passa devant le site de **construction** d'un nouvel édifice d'appartements et ensuite un bloc de bureaux **médicaux**. Quelques coins de rues plus loin se trouvait la **manufacture** où travaillait son oncle.

A l'école, le premier cours de Julie portait sur la biologie. Les étudiants observaient des microbes dans des échantillons d'eau recueillis lors d'une randonnée. À cette occasion, ils avaient **observé** les oiseaux et **photographié** et **filmé** des plantes et la vie sauvage. La professeure mis ses **lunettes** pour lire le rapport de laboratoire de Julie

Au dîner, Jean quitta son bureau pour faire des courses. A la **caisse**, il paya avec sa **carte de crédit**. Il acheta entre autres un sac de **pommes**, une **bouteille** de vin et un **carton** de lait. Chacun de ces items portait un **code barre**.

A la maison, Jacques regardait un **film** sur la **télé grand écran**. Son fils malade enfin occupé, Sylvie se connecta au **réseau de son entreprise** à partir de son **ordinateur portatif**. La technologie moderne lui permet de travailler malgré le fait qu'elle doit rester à la maison avec son fils et par-dessus tout, Jean est obligé de faire les courses !

Affichage à diode électroluminescente (DEL)

Lampe fluorescente conservatrice d'énergie

Contrôle à distance infrarouge

Fibre optique de télédistribution par câble,

Imagerie par satellite de météorologie

Écran à cristaux liquides (LCD)

Vitre traitée pour la chaleur solaire

Photocomposition

Disque compact

Découpage de tissus au laser

Thermomètre sans contact à infrarouge

Système de sécurité automobile à infrarouge, moniteur

optique pour antidémarrage et tableau de bord équipé

de diodes, de LCD et de fibre optique, feux arrière à

diode

Capteur optique de sécurité routière

Panneau à énergie solaire pour services d'urgence

Feux de signalisation à diode

Surface à haute capacité de réflexion pour signaux d'au-

toroute

Radars laser pour la circulation

Câble téléphonique en fibre optique

Télécopieur

Photolithographie de fabrication de puces informatiques

Entreposage optique de données

Imprimante laser

Photocopieur et scanner optique,

Projecteur à diapositives et à acétates, pointeur laser

Senseur infrarouge pour systèmes de surveillance et

d'alarme à domicile

Laser à découpage et soudure, stéréolithographie

optique pour prototypage 3D, laser de détecteur de dis-

tance et de surveillance d'équipement

Laser à chirurgie, outils médicaux optiques de diagnos-

tic, microscope

Jumelle

Lentille de grossissement

Appareil photo et caméra vidéo

Lunettes de lecture

Lecteur optique de code barre pour supermarchés

Hologramme sur carte de crédit pour prévenir la contrefaçon

Reconnaissance d'image pour le contrôle de qualité

Vérification optique de la stérilité des bouteilles

Vérification optique d'étiquettes d'emballage, lecteur de

code barre pour contrôle d'inventaire

Écran de télévision, disque vidéo et lecteur de disque vidéo

Réseau local en fibre optique

Écran à matrices actives pour ordinateur

⁷ Traduit d'un extrait de **HARNESSING LIGHT...** précité à la note 1, page 7



- L'**optique " classique "**, science de la lumière, est une branche de la physique. L'optique touche à tous les aspects et comportements de la lumière. Son territoire d'étude est étendue. Bien que l'on pense automatiquement à la lumière " naturelle " lorsqu'il s'agit d'optique, la lumière visible est simplement une bande étroite du spectre électromagnétique, qui s'étale entre de courtes longueurs d'onde (ex : rayons X), moyennes (ex : lumière verte) aux très longues (ex. infrarouge " étendue ").
- Les **lentilles** ne sont pas de simples pièces de plastique ou de verre courbés. En pratique, elles concernent tout élément ou système qui collecte et redistribue la lumière dans une direction spécifique : lentilles, miroirs, prismes, lecteurs optique, filtres, éléments holographiques, etc. Leur conception et modes d'application dépendent du type de source lumineuse utilisée (diodes électroluminescentes, laser, sources lumineuses naturelles ou artificielles, les étoiles, etc.). De même, importe l'utilisation de " détecteurs " appropriés : par exemple, films, photodétecteurs, CCD ou, incomparable, l'œil humain.
- L'**électronique quantique** réfère aux applications afférentes aux appareils et systèmes qui dépendent principalement de l'interaction de la lumière avec la matière. Comme par exemple : les lasers et les appareils d'optique non linéaire utilisés dans les amplifications optiques et les " mixages d'ondes ". Elle repose sur les postulats, si rébarbatifs hors des sentiers des hautes mathématiques, de la mécanique quantique, tels que : la dualité onde/particule de la matière sub-atomique, temps, position et angle (dont le spin), le principe d'incertitude, etc.
- L'**ingénierie optique** utilise la science de l'optique pour résoudre des problèmes appliqués, pour mettre au point des procédés et réaliser des appareils et mécanismes qui transforment la lumière dans la sphère de l'utile. Si elle requiert une compréhension de la science de l'optique et de la mécanique quantique, les ingénieurs de l'optique/photonique se doivent aussi de maîtriser des savoirs diversifiés en technologies, matériaux, coûts, méthodologies de conception, théorie de l'information, etc. Ils ont à concevoir et perfectionner les lentilles, laser, télescopes, fibres optiques, etc. L'apport de l'électronique et de l'informatique est majeure. La plupart des appareils et systèmes en optique/photonique intègrent des éléments de la micro-informatique.
- La **photonique**, substantif volontairement utilisé pour faire une analogie avec l'électronique, reflète tout à la fois les liens étroits qu'entretiennent les technologies de l'optique et de l'électronique. L'électronique porte sur la maîtrise du contrôle des flux de matières (électrons) électriquement chargés. La photonique concerne la maîtrise des photons (dans l'espace ou dans ses relations avec la matière). Les deux domaines se chevauchent : les électrons permettent de contrôler les flux de photons et, inversement, les photons en ce qui a trait aux flux d'électrons. Le terme photonique réfère directement à la particule " générant " la lumière, le photon, dans tout comportement et fonctionnement des appareillages optiques.
- L'**optoélectronique** (souvent synonyme d'électro-optique) se rapporte au savoir et savoir-faire inhérents aux procédés, appareils et systèmes essentiellement électroniques, mais dont une partie du fonctionnement implique de la lumière (diodes électroluminescentes, photodétecteurs, etc.). Alors que le terme d'électro-optique est réservée pour les appareils optiques dans lesquels les effets électroniques jouent un rôle majeur (ex : les lasers et les modulateurs électro-optique). Le mot optoélectronique est très souvent utilisé comme synonyme d'optique ou de photonique pour nommer génériquement le domaine.
- Le procédé physique du **laser** repose sur celui du photon. Les photons sont des particules d'énergie qui peuvent être absorbées ou émis par des atomes ou par des molécules. Lorsqu'un atome absorbe un photon (énergie lumineuse), l'atome emmagasine temporairement ce surplus d'énergie. Il se atteint alors dans un état de surexcitation (énergie élevée). Au moment où l'atome " relaxe " et retrouve son état naturel de basse énergie, il libère cet excès d'énergie sous la forme d'un photon (émission spontanée). L'émission de lumière par lasers est appelée " émission stimulée ". Cette émission a lieu lorsque un nombre infini d'atomes sont en état de surexcitation (énergie élevée). il est possible de déclencher ou stimuler les atomes pour qu'ils libèrent leur excès d'énergie au même moment (phase cohérente) en un flux lumineux contrôlé. Il existe une multitude de façons de placer les atomes dans un même état d'énergie (surexcitation), ainsi que plusieurs manières de les contenir assez longtemps pour créer une grande " pulsation " d'énergie lumineuse. La **cohérence** de la lumière rendue possible par le laser permet de la générer, de la diriger, de la faire converger et de la propager d'innombrables façons.
- Les **nouveaux matériaux**, particulièrement en céramique, fondent une large part des progrès qui affectent le présent et l'avenir des technologies de l'optique/photonique. Comme exemple, les fibres optiques dopées à l'*erbium* qui permettent d'augmenter notamment la " qualité " des vitesses de transmission des réseaux optique



lorsqu'elles atteignent des milliards de bits par seconde. Autre exemple, les *cristaux liquides* qui sont utilisés en affichage notamment pour la fabrication d'écran. De même les développements portant sur les *céramiques*. Ces matériaux supposent l'apport non seulement des sciences et du génie de la physique, mais aussi de celles de la chimie et des biotechnologies.

En guise de synthèse, au sens pratique, le domaine d'activités de l'optique/photonique inclut la recherche, la conception et la fabrication de composants, produits, systèmes et services faisant appel principalement à des procédés et techniques :

- de *génération* de lumière cohérente par laser ou par une source lumineuse incohérente telle que les diodes électroluminescentes (DEL) ou des appareils d'éclairage usuels;
- de *modulation* par commande et balayage de lumière utilisant des procédés électriques, acoustiques, mécaniques ou optiques;
- d'*amplification* et de *conversion* de fréquence lumineuse par l'utilisation d'interaction d'onde dans des matériaux aux propriétés non linéaires;
- de *transmission* de la lumière dans l'espace par l'entremise de composants optiques tels que les lentilles (ex. en astronomie), les diaphragmes (ex. en photographie) et les technologies de l'image (ex. les écrans CRT, LCD, plasma liquide, etc.), ainsi que par des guides d'onde tel que la fibre optique;
- de *détection* de la lumière par des techniques tels que les capteurs et caméras CCD.

1.1.2 Les secteurs technologiques

Tout comme au plan disciplinaire, plusieurs classifications sont possibles pour décrire l'ensemble des secteurs technologiques associés à l'optique/photonique. Ici encore, aucun regroupement existant⁸ n'est "logiquement" satisfaisant. Soit que certaines classifications, trop proches des applications de marché ne permettant pas d'en saisir les très nombreuses composantes technologiques. Soit que sous un angle des grands secteurs de produits laissent de côté nombre d'éléments. Pour cette section, ce rapport résume ces secteurs en empruntant en partie au regroupement contenu dans "**Harnessing Light...**", déjà abondamment cité.

Tous les secteurs en question nécessitent l'apport de technologies de l'optique/photonique, la plupart en combinaison, selon une classification possible concernant :

- les matériaux : céramiques, silice, métaux (ex. divers arsenide de gallium, aluminium, etc.), éléments "rares" (ex. erbium), etc.;
- les composants : lentilles, laser, diodes électroluminescentes, fibres optiques (verres, plastiques, etc.), etc.;
- les systèmes : d'une part, amplificateurs, récepteurs, répéteurs, instruments divers de tests et de mesure, etc.; d'autre part, la microélectronique et l'informatique;
- les applications : systèmes d'information/télécommunications/divertissement (dont imagerie et/ou vision), médecine, procédés et outils de recherche scientifique (astronomie), procédés et techniques de fabrication manufacturière, environnement, etc.

Les technologies de l'information et des communications (TIC)

En référence à l'INTRODUCTION de ce rapport, l'irruption explosive de l'optique/photonique dans TIC constatée durant la dernière décennie n'est qu'à son début. Si en télécommunications les technologies reliées à la lumière sont bien documentées et connues, le sont moins celles qui concernent la microélectronique et l'informatique. Un autre domaine, affecté de plein fouet par la convergence des TIC, le divertissement grand public (médias) est une autre activité que bouscule fortement l'optique/photonique. Télécommunications, microélectronique/informatique et le divertissement médiatisé constituent plus de 90 % des marchés d'applications du domaine. La croissance rapide de plusieurs technologies clés

⁸ Ceux notamment que l'on trouve dans "**Harnessing Light...**", dans **Photonic Spectra**, dans les publications de l'OIDA (Optoelectronics Industry Development Association) et l'OITDA (Optoelectronics Industry and Trade Development Association), etc.

permettra de rencontrer les exigences de ces développements en cours : capacité accrue de transport de la fibre optique, puissance du traitement des données des ordinateurs, entreposage massif par une densité de stockage qui augmente par un facteur de 100 à chaque 10 ans, systèmes d'affichage à haute résolution et écrans (plats) élargies et, enfin, des progrès au plan des langages informatiques (traitement parallèle). Ce qui implique que la performance en " giga " (10^9) d'aujourd'hui, croîtra pour atteindre celle du " tera " (10^{12}) d'ici peu. Tout cela ouvre des frontières impossibles à prévoir pour les technologies de l'optique/photoniques.

Les télécommunications : À l'échelle planétaire, l'installation de fibre optique s'effectue au taux de 1000 mètres la seconde. Il y a 10 ans, seulement 10 % de tous les appels transcontinentaux des États-Unis avaient lieu via la fibre optique " De nos jours ce nombre est passé à 90 %. Une vision future décrivant les ramifications possibles de cette nouvelle ère de l'information et des communication en pleine expansion a été proposée : " tera era⁹ ". Cette vision s'articule autour du besoin grandissant d'avoir, d'une part, des réseaux (téléphonie et câble optiques) disposant d'énormes bandes passantes (communications optiques) à des coûts de communications en chute libre. Reposant sur la technologie de la fibre optique, dont le noyau peu avoir une dimension dix fois plus petite que celle d'un cheveu humain, pourra très bientôt transmettre le contenu entier de la bibliothèque du Congrès des États-Unis en l'espace de 14 secondes, transporter simultanément les images et le son de 360 000 copies d'un long-métrage, et transmettre en même temps 28 millions de connexions Internet.

La microélectronique et l'informatique : À l'ère d'Internet et du multimédia, les systèmes informatiques reliés de plus en plus aux réseaux doivent être eux aussi des plus performants aux plans de la puissance et de la versatilité de traitement, du stockage (CD et DVD Rom), de la résolution et de la grandeur des écrans, ainsi que des réseaux locaux (" LAN "). En stockage optique, les produits DVD grand public sont à prendre leur envol et dans son sillage les lecteurs DVD commencent à équiper les PC. En ce qui a trait aux écrans, la révolution des écrans plats et à dimension élargie (16/9) fabriqués à partir des technologies des cristaux liquides, sont aussi au début de leur implantation commerciale. Au cœur de l'informatique, pour graver des sillons de circuits " infiniment microns ", la fabrication de masse de puces sur-puissantes, à l'aide de procédés photolithographie de type optique/photonique, est à l'œuvre. Ces techniques de micro-gravures constituent aussi un secteur de R&D de pointe pour l'optique/photonique. Enfin, au centre des ordinateurs, des techniques utilisant l'optique/photonique pour faciliter la circulation de l'information entre les composants de traitement informatique constituent une autre avancée de l'optique/photonique au sein de la microinformatique.

Le divertissement : Le divertissement médiatisé est en cours de mutation par Internet permettant d'inscrire l'audiovisuel vidéo et télévisé, l'édition et la musique sur support multimédia en ligne. Les technologies de l'optique/photonique informatiques et de télécommunications précédemment décrites y convergent. La jonction des appareils PC, TV et téléphone est en cours par la télévision interactive ou TVI. Les premières expérimentations commerciales en ce domaine débutent, surtout en Europe et aux États-Unis. Ce qui ouvrent des champs d'activités nouveaux aux technologies de l'optique/photonique non seulement au plan des réseaux optiques mais aussi pour les composants de l'optique/photonique de " fin de boucle locale " de transmission : liens entre les équipements dans les foyers, décodeurs (" Set-Top Box ", dont des millions sont déjà en commande ou fabriqués), écrans plats à haute résolutions, lecteurs DVD vidéo et " Rom " enregistrables, etc.

Vision de la " tera-era " pour les TIC

- Transmission : Via une inforoute (" backbone ") accès en " terabit-par-seconde " :
 - Aux réseaux d'opérations en centaines de " giga-bit " 10^9 /sec;
 - Aux réseaux locaux en 1/10 d'un " giga-bit " 10^9 /sec;
 - Interne pour les ordinateurs personnels en 1 " giga-bit " 10^9 /sec.
- Traitement : Vitesse d'ordinateur opérant à des " tera-opérations-par-seconde " :
 - Des commutateurs en " tera-bit " 10^{12} /sec;
 - Des horloges en " multigigahertz ";
 - Des inter-connexions en centaines de " giga-bits " 10^9 /sec.
- Capacité de mémoire : Banques de données en " tera-bit " :
 - Mémoire vive en " multi-tera-bit ";
 - Puces à mémoire en 1/10 de " giga-bit ".

⁹ Technologie de l'information et des communications qui implique une grande capacité de stockage de données à un taux extrêmement rapide.

Le système de santé

L'optique/photonique a déjà un impact majeur sur les systèmes de recherche et de traitement médicaux et de santé. Elle transforme la pratique de la médecine, les techniques de chirurgie en offrant de nouvelles approches pour la thérapie et le diagnostic. Quelques domaines, comme l'ophtalmologie, ont déjà complètement intégré les lasers dans leur pratique clinique. Les lasers ont permis l'arrivée de plusieurs nouvelles thérapies telles que : le traitement des pierres aux reins et l'ablation de lésions cutanées. L'optique a en plus permis l'introduction des endoscopes à fibre optique, permettant d'aller explorer le corps humain, sans chirurgie complexe. La télémédecine par réseaux à haut débit et l'affichage à résolution sont aussi des activités en plein développement pour les technologies du domaine.

Ce qui rend l'optique/photonique aussi populaire en santé et en médecine est entre autre :

- La possibilité de diminuer le nombre de chirurgie générale;
- De trouver de nouvelles pistes de diagnostic et de traitement (détection précoce du cancer du sein, détection du SIDA, opération au cerveau, etc.);
- De fournir de nouveaux outils pour l'observation, les techniques de mesure, l'analyse et la manipulation en recherche.

L'énergie

Les bonds technologiques au niveau des sources d'illumination et des systèmes de distribution amèneront de profonds changements dans notre façon d'utiliser l'énergie. En ce moment, l'utilisation (et coûts) de l'énergie dans le but d'éclairer, compte pour presque 1/5 de l'énergie totale utilisée aux États-Unis chaque année. L'éclairage est un secteur qui concerne entre autres l'électroluminescence, les produits du verre et les lentilles. De même les cellules photovoltaïques pour les capteurs et générateurs d'électricité solaires constituent un autre secteur de pointe à prendre en considération.

L'imagerie et les senseurs optiques

Les innovations au niveau des senseurs optiques appliqués à la vision et aux technologies de l'image sont aussi fulgurantes. Avec le développement des nouveaux senseurs (optiques) à infrarouge, il est maintenant possible d'augmenter la vision humaine, ainsi que pour certains cas, observer des détails jamais vus au précédemment. Les caméras photographiques, cinématographiques, vidéo, holographie et celles utilisés en astronomie sont en perfectionnement continuel, certaines incorporant des systèmes de vision ou de visée par laser. En affichage d'information et de divertissement les diodes graduellement se répandre.

Une vaste étendue de nouveaux types de senseurs :

- Caméras à infrarouge pour les photos via satellite;
- Vision de nuit à infrarouge;
- Senseurs à infrarouge détecteur de mouvements pour la sécurité et les scanners dans les supermarchés.

Dans le futur :

- Les caméras numériques à haute résolution à imagerie optique/photonique révolutionneront diverse industries telles que l'imprimerie, la photographie, la publicité, la géomatique et plusieurs activités de relevés en environnement.

Industrie manufacturière

Le domaine économique le plus influencé par les innovations de l'optique/photonique est certes celui de l'information et des communications. Cependant, au niveau de l'économie industrielle, ces mêmes innovations ont un impact significatif sur l'industrie manufacturière, particulièrement par l'utilisation de laser pour la soudure et le traitement de surface, de même que par les systèmes à imagerie (" Machine Vision ") permettant de réduire considérablement certains coûts de fabrication automatisée permise par la robotique. Les nouvelles techniques de l'optique/photonique appliquées aux processus manufacturiers, au contrôle de qualité, ainsi qu'aux outils de surveillance, sont devenues cruciales dans bon nombre d'industries manufacturières, comme par exemple : la fabrication de semi-conducteurs, la construction civile, la production chimique, la métallurgie, le contrôle de la pollution industrielle, etc.

La défense

L'optique/photonique est omniprésente dans la défense. À cet égard, on peut se rappeler du projet " Reaganien " de " guerre des étoiles ". L'apport de l'optique/photonique dans ce secteur, depuis les dernières années, s'est avéré décisif notamment aux plans de l'intelligence militaire et comme armes. La présence de l'optique/photonique se remarque autant dans de simples composants (baisse des coûts), que dans les systèmes extrêmement sophistiqués et complexes.

Des exemples de l'utilité de l'optique en défense :

- Les satellites de surveillance;
- La vision de nuit et l'imagerie;
- Les missiles téléguidés.

Les lasers occupent une place privilégiée dans la défense :

- Des applications analogues à l'utilisation des ondes radiophoniques avec les radars;
- Les lasers à ondes propagées dans l'espace pour rechercher, cibler, puis détruire;
- De récents développements au niveau des lasers, ont permis de nouvelles utilisations comme gyroscope en navigation.

La recherche

En recherche, la lumière est maintenant utilisée pour contrôler les atomes, avec des applications avec les lasers de refroidissement (" *laser cooling* "), et l'ingénierie reliée aux états quantiques (" *quantum states* "). Des nouveaux instruments, utilisant des laser à ondes ultra-courtes, à haute puissance (" *ultrashort high-peak-power* "), ont été possibles grâce au développement de l'optique en femtoseconde¹⁰. Les innovations au niveau des lasers semi-conducteurs ont produit une baisse dramatique des coûts, tout en augmentant leur utilisation. Les sources de hautes fréquences et les composantes optiques ont permis à la microscopie et à la lithographie d'atteindre de nouveaux extrêmes, l'ultraviolet et la longueur d'onde du rayon-x.

1.1.2.1 En bref, les caractéristiques technologiques du domaine

À titre de résumé de ce qui précède, les technologies de l'optique/photonique possèdent les caractéristiques suivantes :

- l'optique/photonique est un domaine plus que toute autre MULTIDISCIPLINAIRE qui, aujourd'hui, prend ses sources technologiques dans ses disciplines classiques de même que dans divers SAVOIRS, autres que la physique;
- forte de la longue tradition de l'optique classique, puis, depuis le début du siècle, les progrès en physique quantique et les prouesses de l'ingénierie afférente tel que le laser, la fibre optique le stockage optique, etc. et l'étendue multidisciplinaire de ses constituantes et de ses applications en font un domaine COMPLEXE;
- ses frontières scientifiques, technologiques et industrielles sont OUVERTES, rendant le domaine difficile à préciser au plan opérationnel;
- généralisées les et qualifiées de GÉNÉRIQUE, la grande DIVERSITÉ d'activités et d'applications du domaine traversent la vie courante et le cœur de l'économie actuelle par leur participation sans cesse accrue aux TIC;
- après une ÉMERGENCE de près de 30 ans suite à l'invention du laser, on assiste actuellement, portée par Internet, le multimédia, les nouveaux écrans et les réseaux optiques, au début d'une période de DÉCOLLAGE en TIC; ce qui signifie que pour demeurer dans la course, il faut à ceux qui veulent devenir leader et faire des gains de dépasser les vitesses moyennes déjà rapides de développement technologique;
- PROMETTEUSES, la optique/photonique sera au XXI^e siècle ce que l'électronique fut pour le XX^e;

¹⁰ Une femtoseconde équivaut à 10-15 secondes, soit à 0,00000000000001 seconde. Cette unité est aussi petite par rapport à la seconde qu'une seconde par rapport à 32 millions d'années.

- **POUSSÉE PAR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE** (" *Techno Push* "), l'optique/photonique n'est pas avant tout animée par des marchés en demande, mais par une OFFRE TECHNOLOGIQUE de solutions; ce sont les percées scientifiques et technologiques qui en déterminent l'évolution (ex. le laser bleu, mis au point en 1997, les multicouches de transmission de l'information permis par des laser multicolore en 1996) :
- il s'agit d'une logique de recherche et d'affaires davantage à orienter par une offre plus que conventionnellement par des réponses à une demande;
- conséquemment, le domaine doit être abordé par une VISION, par une PROSPECTIVE, car c'est l'avant qui tire.

1.1.2.2 Les principales organisations scientifiques/technologiques mondiales et nationales¹¹

À titre informatif, l'énumération suivante permet de constater que la science et la technologie de l'optique/photonique est étendue mondialement.

SPIE (aujourd'hui International Society for Optical Engineering)

www.spie.org

Depuis sa fondation en 1955 comme " *Society for Photo-optical Instrumentation Engineers* ", la SPIE s'est appliquée à regrouper professionnellement les ingénieurs qui évoluent en optique. La mission de la Société est d'offrir un lieu d'échanges de niveau international et des services d'information qui rehaussent et promeuvent la profession et les champs d'expertise en ingénierie optique. De plus, la société encourage le développement scientifique et ses applications commerciales (optique, photonique, imagerie, technologies optoélectronique) à l'aide de rencontres, de publications, de formation et de programmes adaptés à l'industrie. Les actions de la SPIE vise aussi à augmenter la qualité et la valeur des carrières en ingénierie.

OSA (Optical Society of America)

www.osa.org

La Société a été créée dans le but d'augmenter et de diffuser les savoirs en optique (pure et appliquée), de promouvoir les intérêts communs que partagent les chercheurs, les concepteurs et les utilisateurs de la technologie et des appareils en optique, et à encourager la coopération entre eux. Ses buts sont de nature scientifique, technique et éducative. L'OSA informe ses membres régulièrement à travers des rencontres (annuelle et d'actualité), des expositions, des journaux techniques, des magazines spécialement élaborés pour les membres et diverses publications incluant " *Applied optics* " et " *Optics and Photonics News* ".

IEEE (Lasers & Electro-Optics Society)

www.ieee.org/leos

L'IEEE est une organisation basée sur la science, l'ingénierie et l'éducation. Ses activités principales portent sur la R&D, le design, les matériaux, la production manufacturière et l'application des lasers, des équipements en électro-optique et en optoélectronique, de la fibre optique et des technologies " d'ondes lumineuses ".

EOS (European Optical Society)

www.kon_hp.risoe.dk/eos

Le but de l'EOS est de contribuer au progrès scientifique en optique et des sciences afférentes. La Société fait la promotion de leurs applications à l'échelle européenne et internationale, en créant un réseau d'individus, d'entités administratives et légales reliées à cette discipline et à ses nombreuses applications. Le EOS projette d'établir des conférences internationales à caractère ouvert traitant de l'optique, qui auront lieu en Europe.

International Biomedical Optics Society

www.spie.org/web/working-group/home.html

En médecine, cette Société se consacre aux applications des technologies spécialisées en optique et en électro-optique. De ce fait, elle favorise l'avancement de la science, de l'ingénierie et des pratiques cliniques. Les membres de la société sont des scientifiques, des chercheurs, des ingénieurs et du personnel médical intéressé à communiquer les nouveaux développements et les récentes applications des technologies de l'optique/photonique en médecine.

¹¹ Source: BOOK 1 **Photonics spectra**.

SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers)

www.smppte.org

La SMPTE est une société international dont le l'objet premier est principalement technique. Elle se consacre dans la promotion et l'avancement de la théorie et des applications de l'imagerie dans les films, la télévision, les vidéos, l'informatique (multimédia/MPEG) et les TIC.

1.1.3 Aperçu d'avenir

En termes d'aperçu, suit une description de quelques secteurs porteurs en optique/photonique. Plus que d'autres domaines, actuellement, il est impossible de prévoir avec certitude ce que sera son avenir technologique. En science et en technologie, ce sont surtout les bonds inédits qui déterminent le futur, et non de savantes analyses fondées sur ce qui s'avère le plus souvent du " dépassé ".

La physique fondamentale

Les développements en physique des particules élémentaires et des forces fondamentales sont à même de mieux expliquer les comportements quantiques de cette **lumière** qui est à la base du domaine de l'optique/photonique.

Les nouveaux matériaux

Physique, chimie et la plupart des secteurs de l'ingénierie sont conviés en matière de développement de matériaux nouveaux que nécessite et nécessitera l'optique/photonique. Le verre, les céramiques et " métaux " rares, tout comme les polymères de même que les matériaux de la biotechnologie en sont les principaux champs d'avenir.

La course à la vitesse en TIC

Afin de rencontrer l'ampleur de la demande en bande passante d'Internet au niveau (multimédia) de l'audio, du vidéo, de la transmission des données et de la transmission de la voix, les réseaux de télécommunications mettent les bouchées doubles pour élargir leurs " conduits ". Dans le monde de la fibre optique, le WDM (" *Wavelength Division Multiplexing* ") ou DWDM (" *Dense Wavelength Division Multiplexing* ") représente la technologie du jour en large bande. En additionnant plusieurs longueurs d'onde sur une bande et en divisant la lumière en différentes couleurs, on augmente le potentiel de vitesse de la fibre optique de façon exponentielle. La technologie fonctionne de manière suivante : un faisceau est projeté par une diode-laser à travers une lentille et divisé en différentes couleurs et/ou longueurs d'onde. Le WDM est une technologie qui accroît la capacité des réseaux optiques existants, en donnant la possibilité d'utiliser une portion accrue de la fibre pour le transfert des données.

Si la technologie est déjà largement en cours de déploiement sur les grandes artères de télécommunications, il en va autrement aux extrémités. Les fins de boucle dans les bureaux et les domiciles sont loin d'être en mesure de recevoir les masses d'information permises par la haute vitesse optique. Là tout un champs de développement est possible.

L'informatique parallèle

Pour accompagner l'informatique optique, surtout en imagerie multimédia et audiovisuelle, de même que dans des applications concernant la vision (robotique, médecine, recherche scientifique, etc.), les structures de langage informatique auront à évoluer. L'informatique parallèle est ici aux premières loges.

Le laser bleu, la couleur " manquante ", en quête d'applications

Un des événements les plus anticipés en optique/photonique est survenu en janvier 1999, avec l'annonce de la production commerciale d'une diode-laser bleu (*blue laser diode*) par la firme japonaise Nichia. Depuis deux décennies, des centaines de millions de dollars ont été investis par les géants du domaine (Sony, Fujitsu, Toshiba, Hewlett-Packard, etc.) pour y parvenir. Le potentiel de marché du laser bleu par l'étendue immense de ces applications est énorme. Effectivement, sa courte longueur d'onde (~ 400nm), la moitié de celle des diodes-laser " rouges " qui équipent les lecteurs CD et DVD actuels. Ce qui signifie une capacité double de stockage des disques optiques de données, de musique, de vidéo et de multimédia. Les diodes électroluminescentes bleus, la couleur manquante (dont la combinaison optiquement permet toutes les autres couleurs et nuances) viendront compléter les rouges et vertes existantes pour la mise au point d'afficheurs vidéos géants en publicité extérieure comme en information. Autre secteur porteur, des imprimantes couleurs à bas prix. Les applications du laser bleu sont extrêmement variées telle, en lithographie, en instrumentation biomédicale, etc. Il s'agit donc d'une technologie de base en quête d'applications.



L'imagerie

Autre secteur prometteur entre tous, l'avènement de l'audiovisuel numérique, actuellement en apparence brouillon, soumis est-il aux exagérations et imprécisions médiatiques. Il s'agit de la télévision en haute définition, (" HDTV "), la télévision interactive ou TVI véritablement multimédia, de nouveaux décodeurs, des écrans plats élargis, etc. Pour l'optique/photonique, surtout dans ce secteur, dominée par l'Asie avec le Japon en tête, néanmoins l'imagerie et technologies de la vision sont et seront en très forte croissance. Autre secteur associé, celui des images véritablement en 3D ou dimension, statique ou en mouvement, dans l'espace. Là, tout est encore balbutiement.

Nano-réalité

Les micro-structures et nano-structures sont un secteur qui sied tout à fait aux technologies " subatomiques " basées sur le photon, ce boson, particule quantique. Ici, par exemple, il est question de nano-moteurs optiques permettant, en médecine, d'associer des " transporteurs intelligents " de médication ou d'œuvrer à la mise au point de nouveaux systèmes en micro-informatique. L'infiniment devient un champ prometteur d'applications technologiques par l'optique/photonique.

1.2 LES MARCHÉS

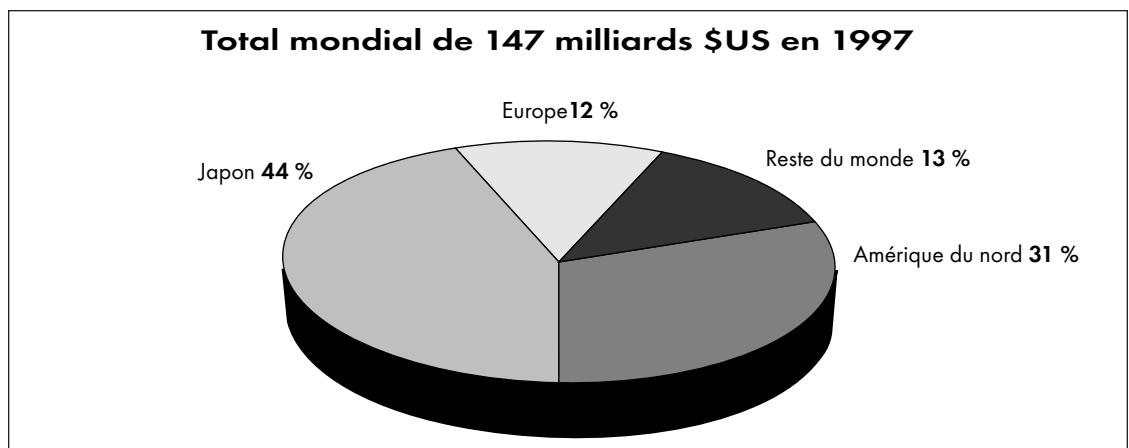
Une absence de données d'ensemble cohérentes

Comme indiquée dans la note¹ ci-dessous, il n'existe pas de données d'ensemble valable, ni de statistiques sectorielles agrégées et rigoureuses permettant une mesure fine des marchés de l'optique/photonique globalement considérés. Tel que souligné dans la section précédente, l'émergence, la multiplicité et la rapidité de développement qui caractérisent les technologies du domaine, se reflètent aussi dans tous ses aspects industriels et commerciaux, donc aussi en ce qui concerne les informations sur les industries constituantes.

Les marchés mondiaux

Néanmoins, deux sources d'informations de marché font autorité², l'OIDA, américaine et l'OITDA, du Japon. Ces références sont significatives du fait qu'en 1997, l'Amérique du Nord (États-Unis et Canada, 31 %) et le Japon (44 %) comptaient à eux deux pour 75 % des marchés mondiaux en optique/photonique dont les revenus totaux de production s'élevaient à **147 milliards de dollars américains**. Ce que montre le Graphique 1-x ci-contre, tiré d'une publication de l'OIDA : *Worldwide Optoelectronics Markets*, décembre 1998, page 8. **À noter que les données de cette publication nous serviront de référence principale aux données de cette section. De même, la majorité des données financières de cette section sont en dollars américains, sauf indication spécifique.**

Graphique 1-3 Revenus globaux de production : composants et équipements



¹ " Il n'existe pas de source de données intégrées valable portant sur les industries de l'optique. Aucune organisation professionnelle ou commerciale ne représente l'industrie dans son ensemble, alors que l'utilisation des données statistiques recueillies par les agences gouvernementales est limitée parce que leurs définitions de référence ne reposent pas sur une identification claire des produits optiques. (Traduction de : " There is no satisfactory comprehensive source of data on the optics industry. No single professional or trade organization represents the industry as a whole, and the industrial data collected by government agencies are of limited use because their classification scheme does not clearly identify optical products. ") Tiré de **Harnessing Light...**, p. 268

² OIDA, Optoelectronics Industry Development Association, et OITDA, Optoelectronics Industry and Trade Development Association.

De plus, pour certains produits et segments de marché, des informations partielles (journaux, magazines spécialisés, sites Internet, etc.) et études sectorielles de marché ont été consultées³. Mais, statistiquement au plan des marchés globaux, elles sont en majorité incompatibles les unes les autres à cause de leurs différences de définitions : soit qu'elles se concentrent sur un groupe de produits et/ou soit qu'elles ne concernent qu'une région particulière du monde. Malgré cela, pour leur valeur indicative, nous en utiliserons certaines.

Au-delà de l'imprécision des chiffres, en forte croissance, existe une activité industrielle et commerciale en optique/photonique. En pratique, l'imprécision notée n'existe que sur papier. Fondé sur la lumière, un pan entier de l'économie réelle est déjà riche de réalisations et, surtout, de promesses. Comme son objet, la lumière, son proche avenir est brillant !

1.2.1 Revenus de produits et d'applications

L'étude 98 précitée de l'OIDA fournit les données les plus récentes (1997) sur l'ensemble des marchés de l'optique/photonique à l'échelle mondiale. Cette étude catégorise comme suit les marchés :

- PRODUITS :
 - Composants
 - Équipements
- APPLICATIONS.

Produits : Au sens pur, l'industrie optique/photonique pourrait être strictement circonscrite à ses produits : **composants** et **équipements**. Comme exemple de composants, on retrouve : les lasers, les diodes électroluminescentes (DEL), la fibre optique, les lentilles, les CCD, etc. En ce qui concerne les **équipements** : les lecteurs de disques optiques, les caméras numériques, les imprimantes lasers, les écrans plats, les afficheurs à diode, etc. Dans ce cas, les équipements ne sont retenus au sein des catégories de marché considérées que lorsque l'un ou plusieurs de leurs éléments optiques/photoniques de base en constitue le "cœur" fonctionnel. **C'est-à-dire que sans cet ou ces éléments de base, ils ne pourraient pas fonctionner en fournissant les résultats spécifiques visés.**

Applications : En ce qui concerne les grandes catégories d'applications, le tableau de la page suivante illustre à quel point les produits de base de l'optique/photonique jouent un rôle clé en TIC. En fonction de la convergence en cours des TIC et des médias, on constate donc que 94 % (138 milliards \$US) des marchés en optique/photonique concernent les activités reliées aux grands secteurs de l'information. Les "autres" segments de produits, (6 % pour environ 9 milliards \$US) concernent la santé, le transport, les procédés industriels, les instruments divers (ex. tests et mesures), l'affichage, l'énergie et la défense. **Somme toute, du point de vue des marchés, l'optique/photonique appartient surtout au vaste domaine des TIC.**

En fonction de l'industrie de la grande région de Québec, le tableau révèle que :

- Avec environ 75 millions de dollars US de "revenus"⁴ globaux estimés, tout aussi de qualité et prometteuses que soit chacune de ses entreprises, la région de Québec est "minuscule" avec environ 0,05 % des revenus globaux mondiaux, soit un vingtième de 1%.
- C'est dans les segments "mineurs" ("Autres" 6 %) de marché, où l'industrie de la région de Québec excelle (en instrumentation).

³ Par exemple, la firme Frost & Sullivan réalise des études sectorielles détaillées.

⁴ Voir la section 1.4 suivante.

Tableau 1-2 Parts des marchés d'applications 147 milliards \$US en 1997 et exemples de produits

APPLICATIONS	EXEMPLES DE PRODUITS	PARTS DE MARCHÉ
Télécommunications	Fibres et câbles optiques, systèmes de multiplexage, routeurs, interfaces optiques numériques/analogiques, systèmes de liaison optique LAN et résidentiels (dont les décodeurs), systèmes optiques pour satellites, etc.	22%
Divertissement (consommation grand public)	Lecteurs et disques optiques audio et vidéos (CD et DVD), caméras numériques, lentilles, écrans plats, etc.	22%
Équipements et systèmes informatiques et de bureau	Écrans d'ordinateurs portables, digitaliseurs ("scanners"), télécopieurs, imprimantes	50%
Autres		6%
Composants et équipements de traitement	Systèmes d'imagerie et de traitements médicaux (résonance magnétique, yeux, cœurs, cerveaux, dents, etc.), biophotoniques, industries (traitement de surface et de métaux - découpage et soudure), etc.	
Signalisation et affichage	Signalisation routière, ferroviaire et aérienne, publicité extérieure, afficheurs à diodes (DEL), etc.	
Tests et mesures	Contrôle de processus industriels (dont pollution), recherches scientifiques (astronomie, physique fondamentale, sciences du vivant), etc.	
Énergie	Éclairage, conservation d'énergie, panneaux solaires de production d'électricité, etc.	
Défense	Armes optiques (laser), télédétection, ciblage, etc.	

Source : Selon des données modifiées (voir note 5) tirées de " **Worldwide Optoelectronics Markets** ", OIDA, décembre 1998

En pratique, pour fournir un portrait d'ensemble de l'industrie globale, considérant les catégories industrielles encore **floues** du domaine encore émergent de l'optique/photonique ainsi que son importance **générique**, il faut donc en élargir les frontières. Pour cela, sont pris en compte les innombrables applications de marché, au sein desquelles la lumière constitue l'une des forces essentielles d'évolution et de croissance. Mais, ce faisant, pour éviter toute confusion, il importe de bien distinguer entre les revenus globaux d'applications de ceux relevant en propre des produits de l'optique/photonique. Ainsi, on ne peut affirmer que toute l'industrie des TI soit touchée dans tous et chacun de ses secteurs par la technologie de l'optique/photonique. Il demeure que cette dernière y joue un rôle transversal de plus en plus important.

1.2.1.1 Revenus globaux de produits : composants et équipements

L'étude de l'OIDA de 1998 distingue deux grandes catégories de produits, composants et équipements, dont les revenus en 1997 totalisaient respectivement, **38 et 109 milliards \$US**. Il est signalé que ces catégories reposent sur les " fonctionnalités " de l'optique/photonique de base des produits considérés. En outre, pour plusieurs, plus d'une technologie (ou composant) est concernée : par exemple, pour les lecteurs de disques, lasers et détecteurs.

Enfin, la méthodologie utilisée par l'OIDA n'évite pas le **double comptage** entre les segments composants et équipements. En effet, une partie appréciable du total indiqué pour les équipements inclut une portion de celui des com-

⁵ Voir les totaux d'applications du Tableau 4-x suivant.

posants. En effet, l'étude précitée de 98 le détaille dans le cas de la technologie SONET⁶ (catégories " modules " pour les composants et " télécommunications " pour les équipements). En somme, on prend ici en compte au plan de ces estimés globaux de marchés l'effet de la chaîne de valeur ajoutée industrielle. Conséquemment, une partie appréciable du total indiqué de 109,2 milliards \$US pour les marchés d'équipements inclut une bonne portion des 38 milliards \$US de composants.

A) COMPOSANTS

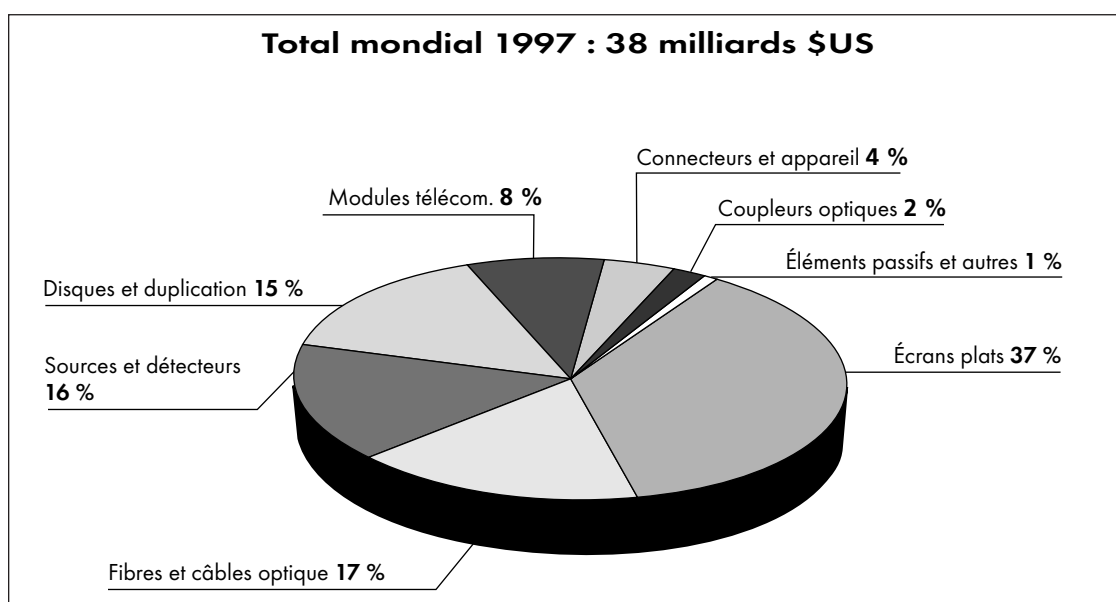
Les marchés des composants regroupent les segments (avec exemples de produits) et les revenus afférents de marché, qui montrent le Tableau 2-3 suivant. **Au sens pur, il s'agit du cœur de l'industrie que d'aucuns pourraient restreindre strictement aux segments des composants.**

Tableau 2-3 Segments et revenus de marchés globaux des composants - 1997

COMPOSANTS (et exemples de produits)	Milliard \$US
Écrans plats (modules de base LCD et DEL, électronique inclus)	13,9
Fibres et câbles optiques	6,6
Sources et détecteurs (lasers semi-conducteurs - lasers à gaz exclus, DEL, photo-diodes, imagerie à rayon)	6,0
Disques et duplication (stockage)	5,6
Modules de télécommunications (émetteurs-récepteurs SONET, amplificateurs optiques, liens de données)	3,2
Connecteurs et appareillages (connecteurs pour fibre, etc.)	1,5
Coupleurs optiques (systèmes de DEL et de détecteurs intégrés)	0,7
Éléments passifs et autres (isolateurs, sectionneurs, filtres WDM et autres appareils de guide d'ondes)	0,5
TOTAL	38,0

Pour mieux illustrer l'importance relative de leurs segments de marché constitutifs à l'échelon mondial, leur répartition en pourcentage des données du tableau précédent est représentée visuellement dans le Graphique 2-4 suivant.

Graphique 2-4 Revenus mondiaux par segments de marchés de composants



⁶ Dans le cas de la technologie SONET, les composants photoniques compteraient pour un peu plus de 25 % de la valeur de l'équipement final installé en télécommunications. OIDA, 1998, précitée, page 22.

B) ÉQUIPEMENTS

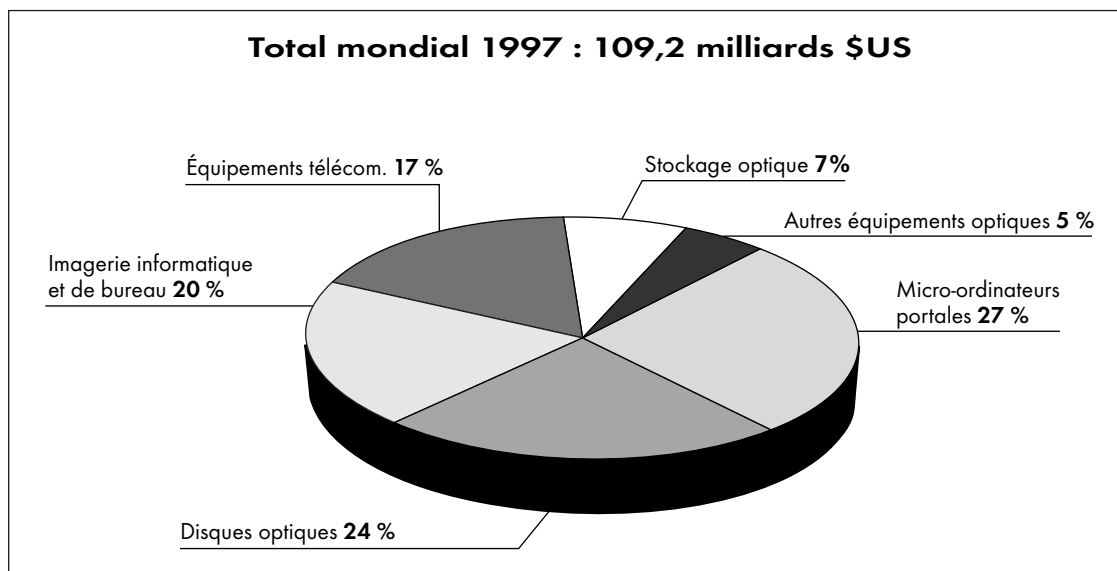
Les équipements regroupent les segments (avec exemples de produits) et leurs revenus afférents de marché suivants. L'étude OIDA de 1998 abonde de commentaires signalant que ces segments sont retenus comme "optoélectroniques", par le fait que le fonctionnement essentiel des produits définis repose sur un ou plusieurs composants optiques/photoniques.

Tableau 3-4 Segments et revenus de marchés globaux des équipements - 1997

ÉQUIPEMENTS (exemples de produits)	Milliards \$US
Micro-ordinateurs portables (PC équipés d'écrans plats de type optique/photonique)	28,8
Disques optiques (ventes au détail de disques, incluant le contenu)	25,8
Imagerie informatique et de bureau (télécopieurs, caméras numériques, lecteur de codes barres, imprimantes, etc.)	21,6
Équipements de télécommunications (systèmes de multiplexage pour fibre optique, appareillages optiques pour réseaux locaux - "LAN")	19,0
Équipements de stockage optique (lecteurs CD et DVD, et de bandes optiques)	8,1
Autres équipements optiques (incluant les équipements militaires)	5,9
TOTAL	109,2

Comme pour les composants précédents, la représentation visuelle du Graphique 3-5 suivant qui répartit en pourcentage les données du tableau qui précède, a pour but de mieux démontrer le poids relatif des segments de marchés constitutifs des produits d'équipements à l'échelon mondial.

Graphique 3-5 Revenus mondiaux des segments de marchés d'équipements



1.2.1.2 Revenus globaux d'applications

En se référant au Tableau 1-x présenté au tout début de cette section, force est de constater que **plus de 90 % des marchés globaux des industries de l'optique/photonique, composants et équipements, participent au grand domaine des technologies de l'information et des communications (informatique et équipements de bureau, télécommunications et divertissement) : c'est-à-dire les TIC.**

Tableau 4-5 Revenus de marchés globaux des produits (équipements et composants) par secteurs d'applications (en milliards \$US) - 1997

PRODUITS	APPLICATIONS				
	Informatique/ équipements de bureau	Divertissement (consomma -teurs)	Télécom -munications	Autres	TOTAL
Composants					
<i>Fibres et câbles optiques</i>			6,6		6,6
<i>Sources et détecteurs</i>	1,3	1,6	1,7	1,4	6,0
<i>Disques</i>	3,3	2,3			5,6
<i>Modules de télécommunications</i>			3,2		3,2
<i>Connecteurs et dispositifs</i>			1,5		1,5
<i>Coupleurs optiques</i>	0,7				0,7
<i>Écrans plats</i>	12	1,1	0,4	0,3	13,8
<i>Éléments passifs et autres</i>			0,2	0,3	0,5
Sous-total	17,3	5,0	13,6	2,0	37,9
Équipements					
<i>Transmission et commutation</i>			19,0		19,0
<i>Disques optiques</i>	8,3	2,5			10,8
<i>Vente de disques (détail)</i>	4,6	21,1			25,7
<i>Imagerie informatique et de bureau</i>	14,8	3,7			18,5
<i>Micro-ordinateurs portables</i>	28,8				28,8
<i>Autres équipements optiques</i>				6,2	6,2
Sous-total	56,5	27,3	19,0	6,2	109,0
TOTAL	73,8	32,3	32,6	8,2	146,9

Source : OIDA, " **Worldwide Optoelectronics Markets** ", 1998

Pour plus de détails, en ordre d'importance de revenus de marchés, on retrouve les principaux segments de produits suivants (en milliard de dollars US) :

- **Composants**

- Écrans plats en informatique et équipements de bureau : 12,0
- Fibres et câbles optiques en télécommunications : 6,6
- Disques optiques en en informatique et équipements de bureau : 3,3
- Disques optiques en divertissement (audio, vidéo et multimédia) : 2,3

- **Équipements**

- Micro-ordinateurs portables en informatique et équipements de bureau : 28,8
- Ventes au détail de disques optiques en divertissement : 21,1
- Transmission et commutation en télécommunications : 19,0
- Imagerie en informatique et équipements de bureau : 14,8
- Lecteurs de disques optiques en informatique et équipements de bureau : 8,3
- Autres (santé/médecine, défense, procédés industriels, affichage, énergie, etc.) : 6,2

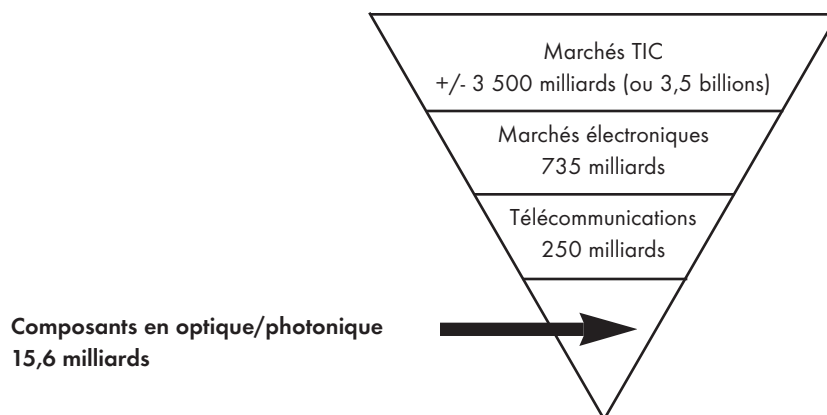
À la vue de cette dernière énumération, on est en mesure de constater que ce sont les segments de produits principaux suivants qui dominent les marchés globaux de l'optique/photonique :

- les lecteurs et disques optiques, soit 29 % (ici, avec une **forte réserve** concernant la définition " ventes au détail de disques " incluant, selon l'OIDA, leurs contenus);
- les écrans, surtout à cristaux liquides (de type LCD et autres), soit 27 %;
- les composants et équipements de télécommunications : 22 %.

Une industrie générique

Au plan des applications, on constate à quel point la contribution économique des technologies de l'optique/photonique est **générique**. Elles sont un moteur pour plusieurs autres secteurs industriels et de services dont en médecine, en équipements de recherche scientifiques, en affichage, en éclairage, etc. Le Graphique⁷ 4-x suivant, produit à titre purement illustratif, expose le rôle décisif de l'industrie de l'optique/photonique à l'échelle économique globale des TIC, dans laquelle émerge la nouvelle économie, tel que décrit en **INTRODUCTION** de ce document. L'OIDA signale qu'en TIC, l'industrie des composants " génère 50 fois son volume de produits et services "⁸. En quelque sorte, une " multiplication des pains ", pour reprendre une image biblique. La même démonstration serait possible pour plusieurs autres domaines économiques. Enfin, ses taux de croissance moyens se comparent à ceux des industries de la micro-informatique des décennies 70 et 80, alors d'environ 17 %. Donc, cette contribution s'accroît d'année en année.

Graphique 4-6 Illustration d'impacts économiques globaux de l'industrie de l'optique/photonique – 1995 (en \$US)



1.2.2 Constats généraux sur l'évolution des marchés de l'optique/photonique

L'évolution des marchés

Tenant compte d'une réserve concernant les différences de méthodologies (définitions et prévisions) entre les deux études précitées de l'OIDA, à la lumière de l'ensemble des données⁹ précédentes, il est néanmoins possible de formuler quelques constats sur l'évolution générale des marchés globaux :

- L'importance des percées scientifiques et technologiques en optique/photonique ne permet pas de déterminer avec précision ce que seront les marchés d'avenir afférents, sinon par approximation. Car ces percées, impossibles à prévoir, induisent des marchés plus déterminés par une OFFRE (" *technology push* ") que par une demande de marché établie et facilement mesurable. Compte tenu des investissements¹⁰ majeurs en cours au plan des " con-

⁷ Adapté (selon nos sources complémentaires) de **Biography of a Killer Technology**, OIDA, juillet 1997, page 5.

⁸ Idem

⁹ Voir notamment les tableaux 1-x et 4-x.

¹⁰ En font foi les investissements colossaux (plusieurs dizaines de milliards \$US) continus des Microsoft et AT&T en réseaux et contenus d'affaires et de consommation grand public, de même que le mouvement de fusion, d'acquisition et de réingénierie stratégique des grandes entreprises en NTIC (Bertelsmann et Vivendi en Europe ou Softbank du Japon), sans compter la frénésie démesurée des titres à saveur Internet sur les bourses mondiales.

tenants " d'information et de communication, la vague de la convergence Internet-PC-TV (dont le paradigme de la TVI naissante) qui devrait se déployer partout au milieu de la décennie 2000, va nécessiter un recours généralisé à des systèmes TIC toujours plus rapides et dotés de puissance de traitement continuellement accrue. Conséquemment, comme signalé plus haut, tout démontre que l'influence des technologies de la lumière y sera déterminante. Donc, **les taux de croissance anticipés de 15 à 20 % par année dans l'ensemble des segments de marchés des produits et applications en TIC sont des plus probables, alors que, pour l'ensemble du domaine, ils seront de 12 à 18 %¹¹ en moyenne par année, selon les secteurs.**

- On constate une très forte augmentation des marchés des équipements et systèmes de **télécommunications qui, en 1997, totalisent 22 %** de tous les marchés globaux. Cela s'explique par le facteur Internet et les percées technologiques, surtout à compter de 1996, des systèmes optiques WDM, permettant d'accroître fortement la vitesse, donc les capacités de transmission, des réseaux optiques. Ce qui avantage les industries nord-américaines (Lucent, Nortel Networks, Cisco, Hewlett-Packard, etc.) et européennes (Alcatel, Siemens, Ericsson, Nokia, etc.) vis-à-vis de celles du Japon, le chef de file mondial en optique/photonique.
- On observe un recul relatif de la part du segment **divertissement, 22 % des marchés globaux**. Cela s'explique avant tout par les changements de définition des catégories de produits retenues dans l'étude OIDA 98 (voir plus haut), et possiblement par la hausse du dollar et une baisse comparative du yen. Il demeure que l'émergence des marchés associés aux écrans plats, à la télévision numérique et à l'impact des technologies de type DVD pour le stockage et la vidéo, ne peut que relancer la croissance dans ce segment, dominé par les industriels japonais.
- On constate un " énorme " développement du segment **informatique et équipements de bureau, 50 % des marchés**. Elle est à la fois causée par les exigences de la marée Internet qui sous-tend la présente généralisation de micro-ordinateurs multimédias plus puissants (ex. : les puces de type Pentium MMX introduites par Intel vers 1995), de même que de celle des imprimantes lasers que leurs prix décroissants ont rendu plus accessibles aux PME et aux consommateurs, ainsi que des micro-ordinateurs portables équipés d'écrans plats LCD et autres, aux performances améliorées en voie de devenir un équipement professionnel de base, etc. Là, les industriels américains tiennent le haut du pavé des marchés mondiaux (Compaq, Dell, Hewlett-Packard, IBM, etc.). Cependant, les composants (ex. : les écrans plats et diodes-lasers des imprimantes et des lecteurs cédéroms) sont produits pour la plupart en Asie. Ici, jouent à plein les facteurs de la globalisation des marchés et un recours accru aux mégas sous-traitants transfrontaliers (Selectron, Celestica, etc.) de la sous-traitance d'assemblage en NTIC, qui rendent caduques les limites industrielles nationales traditionnelles.
- En ce qui a trait à la catégorie **autres, 6 % de tous les marchés de l'optique/photonique**, (appareils, équipements et systèmes, tel que tests et mesures, appliqués aux matériels de transport, aux procédés industriels - vision robotique, à la médecine, à l'énergie, à l'affichage, etc.), son poids relatif est en diminution en fonction de 1993. Mais, ses segments constitutifs de marché s'accroissent eux aussi en chiffres absolus.

Baisse tendancielle des prix

Au fur et à mesure que la mise au point des composants et des équipements atteint le niveau de perfectionnement technique requis et que leurs usages commerciaux s'étendent, la production et la distribution à haut volume s'imposent. C'est alors que leurs **prix unitaires baissent tendanciellement**. Actuellement, en optique/photonique, pour maints produits de composants et d'équipements, cette tendance s'accroît rapidement.

Caractérisées par une production à " petite " échelle, les entreprises de Québec se doivent de passer rapidement à un autre niveau industriel, production et commercialisation de masse, si elles veulent survivre dans ce contexte concurrentiel de baisse tendancielle des prix.

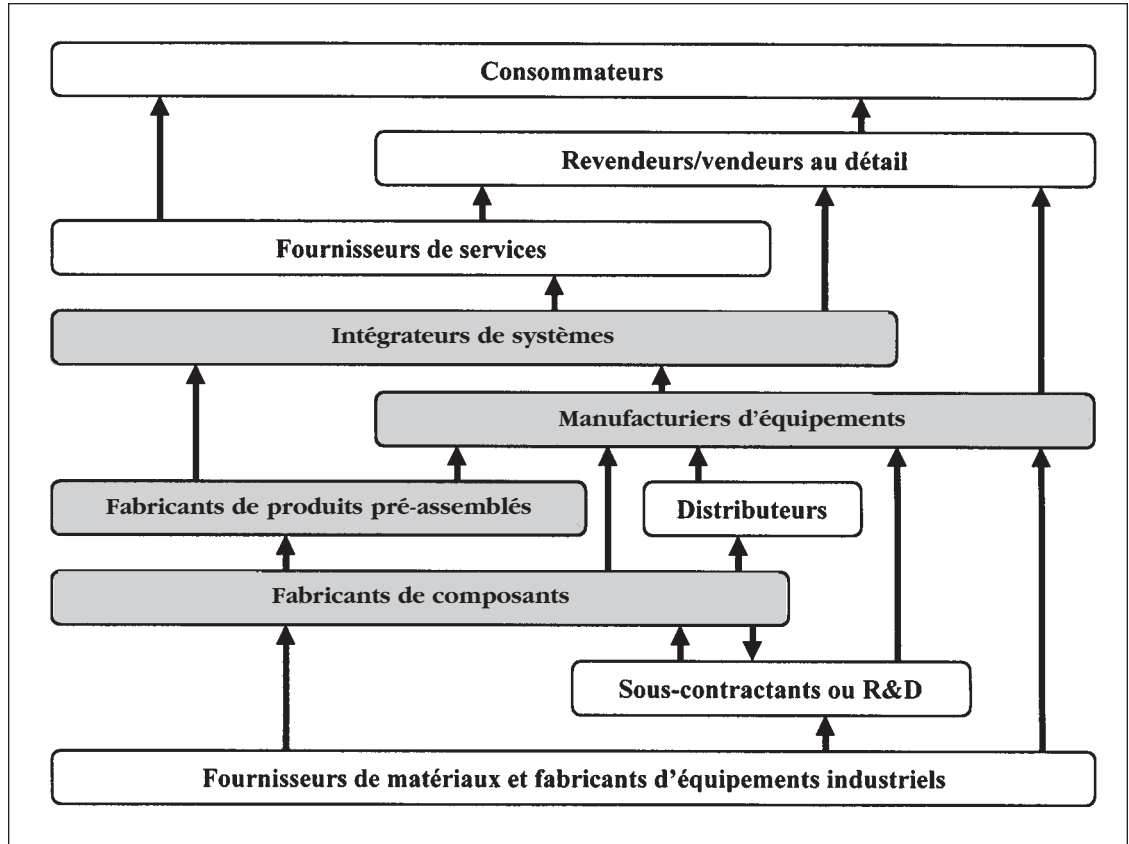
1.2.3 L'industrie manufacturière des composants et systèmes en optique/photonique

Dans les dernières années, en réponse à une forte croissance des marchés, l'impact et l'importance économiques grandissants de l'optique/photonique ont causé d'énormes changements à la structure industrielle de conception, de fabri-

¹¹ Selon divers documents de l'OIDA.

cation et de commercialisation des composants et équipements du domaine. Il y a 10 ans, la plupart des composants de l'optique/photonique étaient fabriqués par de petites entreprises spécialisées, avec une prime pour le travail initial de conception. Ces firmes agissaient surtout à titre de sous-traitants pour de plus grands donneurs d'ordres, des fabricants et distributeurs d'équipements et des intégrateurs de systèmes (Lucent, Nortel Networks, Alcatel, Siemens, NEC, etc.).

De manière à mieux expliquer le fonctionnement de l'industrie, repris de l'OIDA¹², le graphique suivant décrit la chaîne de la valeur ajoutée industrielle de l'optique/photonique.



Le **NOYAU PRINCIPAL** de l'industrie est donc composé des :

- fabricants de composants
- fabricants de produits pré-assemblés
- manufacturiers d'équipements
- intégrateurs de systèmes.

En **amont**, les **fournisseurs de matériaux et d'équipements spécialisés**, de même que les organisations et centres de la **R&D** et divers **sous-traitants** (ex : en produits de micro-électronique, logiciels, etc.), sont à rapprocher du noyau principal de l'industrie.

Toujours en référence au graphique précédent, il en est de même en **aval**. On doit compter parmi les participants très actifs de la grande chaîne industrielle de la valeur ajoutée de l'optique/photonique, les **fournisseurs de services de télécommunication** que sont, par exemple, les grands opérateurs de réseaux de télécommunication, dont certains forment des familles industrielles très intégrées (BCE et Nortel Networks ou AT&T et Lucent). De plus, plusieurs grands **distributeurs** internationaux ou nationaux de composants et d'équipements dans les TIC intègrent à leur catalogue ceux de l'optique/photonique.

¹² OIDA, étude 1998, précitée, page 10.

Le “ retour ” nord-américain en optique/photonique

Dans les années 80, aux États-Unis, en plus du développement entourant les secteurs des équipements informatiques (ex. imprimantes lasers, lecteurs et disques CD, etc.) et des télécommunications optiques (réseaux optiques), dans le cadre du projet “ Guerre des étoiles ” (surtout en lasers), les investissements du gouvernement et de l’armée, associés à ceux de la recherche scientifique en matière d’optique/photonique ont fortement contribué à accroître la taille de ces “ petites ” entreprises par l’entremise de subsides. Cependant, les budgets militaires diminuant, par le fait même la demande publique, au tournant de la décennie 80, le développement industriel d’ensemble du domaine en Amérique du Nord a, pour un temps, relativement stagné. Mais au Japon, porté par les géants mondiaux des industries de l’électronique, une forte croissance¹³ industrielle (applications informatiques et de divertissement, dont les lecteurs et CD optiques, les écrans LCD, DEL, lentilles, etc.) s’est produite dans le domaine. En Europe, de grandes entreprises telles que Philips, Thomson, Alcatel et Siemens ainsi que celles de l’optique classique comme Zeiss (lentilles), maintenaient leurs activités en menant une âpre concurrence avec le Japon. À souligner qu’en Allemagne des investissements significatifs en R&D ont été réalisés en optique/photonique vers la fin des années 80 et au début des années 90.

Depuis le milieu des années 90, les marchés de l’optique/photonique sont dynamisés par la marée vertigineuse d’Internet et du multimédia. Le cyber-réseau explique la vigoureuse croissance des communications à base d’optique/photonique (fibre optique, diodes-lasers, émetteurs-récepteurs, routeurs et répéteurs optiques, etc.). En s’appuyant sur son impressionnante avance mondiale en matière de réseaux internationaux à haute vitesse concomitants à l’Internet ainsi que la domination de ses grandes entreprises de télécommunications (AT&T allié à British Telecom, MCI WorldCom et Sprint, Bell Atlantic/GTE, etc.), l’Amérique du Nord réussit actuellement à rattraper par ce secteur une partie de l’écart industriel qui la séparait du Japon et de ses “ alliés ” asiatiques – Taiwan, Corée et Singapour – en composants et équipements d’optique/photonique. Ce sont les Lucent, Nortel Networks, Cisco, Motorola et quelques autres qui en sont les chefs de file. Les segments de marché en composants/équipements du secteur des télécommunications optiques sont en croissance effervescente. Là, en télécom, il y a lieu de parler **d’émergence et d’industries de l’optique/photonique en démarrage, surtout en ce qui concerne les composants**. La croissance annuelle de plus de 50 % de JDS Uniphase, hors ses acquisitions et fusions, s’explique ainsi. Celles d’Exfo et de Nortech Fibronic de Québec, donc les applications de leurs produits en tests et mesures concernent avant tout les communications optiques, qui s’in-scrivent aussi dans cette effervescence.

L’effervescence des télécommunications optiques de la “ Tera-Era ”

Pour illustrer et chiffrer l’effervescence soulignée, du fait qu’Internet impose aux réseaux une augmentation de trafic de 100 % par année, considérons le segment de marché proprement optique où, plus avancé que la technologie “ WDM ”, on retrouve aujourd’hui le “ DWDM ” (“ dense-wavelength-division-multiplexing ”). Celui-ci multiplie par 40 fois les capacités des fibres optiques installées. Elle s’applique de plus en plus dans les “ courtes distances ” (ex. MAN), en complément avec les liens continentaux et intercontinentaux.

En 1997, plus de 85 % de ces systèmes étaient installés aux États-Unis. En 2004, cette part diminuera à 61 % traduisant l’internationalisation de l’implantation de la technologie.

Selon KMI Corporation¹⁴, de 1998 à 2004, les ventes vont y quadrupler, avec un taux moyen annuel de croissance de 27 %. Pendant cette période, la valeur globale des ventes va passer mondialement de 2,2 milliards \$US à 9,4 milliards.

En 1998, en unité, plus de 4 000 systèmes furent installés, une augmentation de 94 % sur 1997. En 2004, 42 000 systèmes seront vendus. Ce qui signifie des ventes de beaucoup de diodes-lasers, de détecteurs de signaux optiques, de composants proprement “ DWDM ”, d’amplificateurs et de commutateurs optiques, etc.

Cet exemple sectoriel de marché concrétise ce qui fût affirmé précédemment sur les différences de taux de croissance selon les divers segments de marché, de même que l’ébullition de celui des communications optiques.

Maturité de certains segments

Cependant, certains grands segments de l’industrie peuvent être qualifiés de mature, tels plusieurs en informatique et équipements de bureau, et en divertissement. Ce qui n’empêche pas de nouvelles générations de produits d’y naître

¹³ Voir les Tableaux 6-x et 7-x suivants.

¹⁴ Industry News, **Report sees strong growth in DWDM**, le 26 avril 1999 - <http://www.lfw.com>

comme celles des lecteurs et disques CD devenus en partie obsolètes par l'arrivée du DVD dans toutes ses déclinaisons (vidéo, Rom, Ram). Par ailleurs en informatique et équipement de bureau, la baisse des prix en matière de puces et d'écrans LCD ont fait en sorte de susciter une forte croissance des marchés de PC portables. À tel point qu'actuellement, les composants LCD manquent et que les fabricants japonais et américains se tournent vers Taïwan comme nouveau territoire majeur de production.

Repositionnement en cours

Aujourd'hui, dans ces différents contextes sectoriels et régionaux mondiaux, l'ensemble de l'industrie manufacturière en optique/photonique est à se " repositionner " :

- répondre à une demande croissante de produits,
- améliorer ses capacités concurrentielles et marges bénéficiaires dans un contexte de baisse tendancielle de prix dans plusieurs gammes de produits,
- accélérer le développement et la valorisation des technologies novatrices,
- atteindre, pour affronter la compétition, une taille critique mondiale en production et commercialisation,
- etc.

Il est à penser que la restructuration industrielle affectant surtout le secteur des produits de communications optiques en Amérique du Nord, n'est pas prêt de s'achever. Il sera continu dans les prochaines années, très probablement, tout au long de la prochaine décennie. Ce qui signifie beaucoup de **turbulence industrielle**. À cet égard, une caractéristique de fond de l'industrie est le **changement permanent** !

Certains, face à ces continuelles mutations technologiques et de marchés, surtout pour les plus grands, procèdent par acquisition pour s'emparer d'une technologie ou de parts de marché : ex. : l'achat de Cerent par Cisco pour plus de 6 milliards de dollars US pour une entreprise de 200 employés, de plus, déficitaire. L'achat-fusion récent de Bay Networks par Nortel pour prendre les bouchées doubles en logiciel de réseaux. D'autres fusionnent : JDS Fitel et Uniphase (créant une valeur boursière combinée sur Nasdaq de plus de 10 milliards \$US). Beaucoup se lancent en bourse tel Sycamore Networks (11 millions \$US de revenus annuels en logiciels de gestion de réseau optique) qui, en un jour, a atteint une valeur boursière d'environ 2 à 3 milliards \$US. En somme le secteur est en **ébullition** : regroupement, alliance, fusion et acquisition. La croissance lente naturelle, au sein de ces marchés foncièrement mondiaux est un " luxe " dangereux qui mène la plupart à ne pouvoir suivre la course de leurs concurrents... !

Ainsi donc, le paysage d'ensemble actuel de l'industrie de l'optique/photonique en est un de consolidation d'entreprises. Les PME " indépendantes " n'y pourront y survivre que par innovation continue, occupation d'une niche très pointue, sous-traitance et talent entrepreneurial.

1.2.4 Les principaux territoires industriels mondiaux

En référence aux données de départ de cette section, les parts respectives des grandes régions des 147 milliards \$US des revenus d'applications des marchés globaux en 1997, tels que considérés (référence OIDA), sont :

- Japon, 44 %, soit des revenus attribués de 65 milliards \$US;
- Amérique du Nord, 31 %, soit, 46 milliards \$US;
- Europe, 12 %, soit 18 milliards \$US;
- Autres régions du monde atteignent 13 %, soit 19 milliards \$US;

Ces données sont à traiter avec précaution. En effet, les grands industriels américains (ex. Hewlett-Packard en alliance serrée avec Canon), plus que d'autres, ont largement recours à la grande sous-traitance transfrontalière. Ainsi, une partie de la production asiatique leur est directement redevable. Ce qui signifie qu'il y a tout lieu de croire qu'en réalité, l'Amérique du Nord devrait talonner de près le chef de file japonais en optique/photonique.

A) L'ASIE

Selon les données disponibles par l'OIDA, sauf pour le Japon, l'information consolidée et cohérente sur les marchés nationaux est en pratique inaccessible.

a) Le Japon

Il s'agit de la première région industrielle en optique/photonique dans le monde avec plus de 50 % des marchés globaux. Les deux tableaux suivants, synthétisant des informations de marchés provenant de l'OITDA, non seulement en détaillent les secteurs d'activités mais complètent les données précédentes tirées des études de l'OIDA. Plus particulièrement, ils sont indicatifs de la croissance, maturité ou déclin de certains segments industriels. Les différences de résultats avec ceux de l'OIDA s'expliquent, d'une part, par les fluctuations de taux de changes (ici, calculés en \$US pour les années 95, 96 et 97), et d'autre part, par des définitions de catégories dissemblables. Autre observation d'intérêt, le tableau fournit des précisions sur les taux de croissance de certains produits spécifiques. En moyenne, les taux globaux consolidés sont d'environ 10 %.

Tableau 6-6 Composants - en millions \$US et taux de croissance annuels de 1995 à 1997

Catégories de produits de composants	1995	1996	95-96 %	1997	95-97 %
Dispositifs électroluminescents (lasers, diodes)	21,346	1,808	9	1,798	11
Détecteurs de photons (incluant détecteurs à rayon)	1,937	0,967	-11	1,105	27
Dispositifs optiques hybrides	1,261	0,639	0	0,581	1
Liens optiques	0,740	0,338	56	0,317	4
Afficheurs (écrans)	0,252	7,594	33	7,608	11
Capteurs solaires	6,657	0,175	13	0,252	60
Fibres et câbles optiques	0,180	1,720	22	1,643	6
Connecteurs optiques	0,179	0,188	22	0,191	13
Dispositifs optiques passifs	0,092	0,122	55	0,173	58
Autres composants optiques	0,269	0,246	6	0,258	17
TOTAL : COMPOSANTS	13,207	13,797	21	13,927	12
TOTAL : PRODUITS OPTOÉLECTRONIQUES	46,108	43,856	11	43,522	10



Tableau 7-7 Équipements - en millions \$US et taux de croissance annuels de 1995 à 1997

Catégories de produits d'équipements	1995	1996	95-96 %	1997	95-97 %
Télécommunications optiques	3,484	4,293	43	4,125	7
Instruments de mesure optique	0,305	0,278	6	0,290	16
Équipements d'installation	0,111	0,094	-1	0,085	1
Capteurs optiques	1,046	0,819	-9	0,782	6
Disques optiques (lecteurs, disques)	16,702	14,986	4	14,466	7
Appareils optiques d'informatique et de bureau	9,206	7,218	-9	7,254	12
Affichage (écrans plus larges que 60")	0,995	0,678	-21	0,711	17
Lasers médicaux	0,039	0,035	4	0,032	3
Traitements par laser	0,735	1,437	127	1,627	26
Autres équipements optiques	0,277	0,220	-8	0,223	13
TOTAL : ÉQUIPEMENTS	32,901	30,059	6	29,595	10
TOTAL : PRODUITS OPTOÉLECTRONIQUES	46,108	43,856	11	43,522	10

b) Autres pays asiatiques

Taïwan¹⁵

En TIC, Taïwan occupe une place mondiale des plus enviables. Son gouvernement a pris des mesures récentes pour faire de l'optique/photonique un secteur " explosif ". En outre, la délocalisation de certaines productions industrielles japonaises et américaines accélère la réussite d'une telle stratégie nationale. À eux seuls, en 1998, les revenus de l'industrie de l'optique/photonique ont totalisé 6,2 milliards \$US avec une projection de 15,5 milliards en l'an 2003. Ce qui fait de ce pays, la troisième puissance mondiale en optique/photonique.

Chine¹⁶

Pour illustrer l'importance mondiale que représente le marché chinois en optique/photonique, dans un pays toujours en modernisation accélérée, au sein duquel la téléphonie de base est encore loin d'être totalement déployée, en matière de réseaux de fibre optique, les données sur la croissance qui y est anticipée, sont vertigineuses. En 1997, la Chine avait installé 4,1 millions de kilomètres de câble optique, soit 11% du marché mondial : en 2004, on en aura déployé 13 millions. Ce qui signifie que pour ce segment de marché, la Chine sera alors en tête mondiale si ces prévisions se réalisent. Aujourd'hui, elle répond elle-même à plus de 80% de ses besoins. D'une valeur totale de 675 millions \$US en 1998, le marché de la fibre optique totalisera plus de 1 milliard \$US en 2004. On peut croire que pour tous les autres secteurs de marché, la même démonstration est possible.

B) L'AMÉRIQUE DU NORD

États-Unis

Il fût largement question des marchés américains dans les sections précédentes de ce document. Ajoutons que selon l'OIDA, le marché de l'optique/photonique représentait 70% du marché mondial à la fin des années 70, mais que cette part avait décliné à environ 15% à la fin des années 80. Depuis, portée par les communications, elle serait aujourd'hui remontée à plus de 40%.

¹⁵ Source PIDA : **Taiwan Develops 10 Major Optoelectronics Sectors**, le 16 décembre 1998 : <http://www.nikkeibp.asiabiztech.com/wcs/frm/leaf?CID=onair/asabt/news/67423>

¹⁶ Source : **China Plans Massive Installation Of Fiber In Feeder And Distribution Systems**, juin 1999 - <http://www.kmicorp.com/what/ViewRelease.asp?ContentID=3729>

Selon le rapport *Harnessing Light*, la situation et l'avenir de l'industrie américaine s'inscrivent dans la perspective suivante :

- Les besoins auxquels sont en mesure de répondre les technologies de l'optique/photonique, par leur caractère générique, sont énormes. L'avenir de l'industrie est plus qu'assuré.
- L'industrie manufacturière du marché de masse de divertissement grand public et, en grande partie, celle de l'informatique et de l'équipement de bureau, en composants et systèmes sont dominées par l'Asie.
- La capacité et la rapidité de développement de nouvelles technologies en optique/photonique, vont permettre aux États-Unis de reprendre certains segments de marché par la qualité de l'industrie en matière de conception (design) et de fabrication de produits de haute performance. Les secteurs de pointe suivants sont notamment à exploiter :
- le développement révolutionnaire d'une génération d'ordinateurs de type " ray tracing " à traitement ultrarapide et à un coût abordable;
- les nouveaux matériaux en optique/photonique comme autre secteur en forte expansion (tels que les *cadmium telluride*, *silicon carbide*, *gallium nitride*, *aluminum nitride*);
- l'avance américaine remarquable en réseaux optiques à très haute vitesse dépend de la baisse des coûts de leurs composants, de l'amélioration de leur performance et de celle de leur intégration (logiciel).

Cette mise en perspective s'applique aussi pour le Canada, donc pour Québec.

L'industrie canadienne et québécoise

Dans le cadre de ce travail, il fût impossible d'accéder à une information récente pour mesurer le marché actuel de l'industrie de l'optique/photonique au Canada et au Québec. Les seules données de référence valable proviennent de l'étude¹⁷ d'Industrie Canada. Elles datent de fort loin, soit de 1992. Pour l'année en question, on y estimait la valeur de la production de l'industrie canadienne à un total de 1,2 milliard de dollars canadiens. Sur cette base, en extrapolant un taux de croissance annuel moyen de 18 %, le marché canadien des applications en optique/photonique devait être d'au moins 4 milliards de dollars canadiens en 1999 (soit **1,8 % du marché mondial**). **En l'absence de données spécifiques portant sur le marché québécois, il est possible d'estimer sa part entre 35 % et 45 % du marché canadien.**

Les secteurs de force canadiens se retrouvent, en premier lieu, dans le secteur des télécommunications avec plus de 50 % du marché total, suivi de celui de l'avionique avec 25 % (Bombardier) et de l'instrumentation industrielle. Autre secteur d'excellence canadien, il y a les lasers (Lumonic). Aujourd'hui, l'industrie canadienne devrait compter plus de 200 entreprises, la majorité de très petite taille.

Au sein de l'industrie de l'optique/photonique du Canada, la part occupée par celle de la grande région de Québec peut être estimée à environ 4 %.

C) L'EUROPE

Il n'existe pas de données d'ensemble européenne, ni par pays, sur les industries et marchés propres à l'optique/photonique. De tradition de l'optique classique, sauf au sein des géants Alcatel, Siemens, Pirelli, Thomson, on n'y connaît pas encore l'effervescence et l'émergence en optique/photonique, qui marquent les régions de l'Amérique du Nord et de certains pays d'Asie. Une exception cependant, en Écosse, le gouvernement cherche à faire de l'optique/photonique une priorité de développement sectoriel de la technorégion nommée **Silicon Glen**. L'Allemagne, par ses stratégies et programmes nationaux et régionaux en innovation, ses nombreux centres de R&D dans le domaine, certaines entreprises d'envergure et son dynamisme en haute technologie, constitue une force européenne et mondiale incontournable dans le domaine. À l'exception de la R&D et d'une stratégie nationale en innovation récente, la situation de l'industrie en France ressemble à celle de l'Allemagne.

¹⁷ Source : **Applications de la photonique dans l'industrie canadienne**, Industrie Canada, octobre 1993.

1.2.5.3 Les principaux joueurs et organisations

A) LES GRANDS JOUEURS MONDIAUX

En-soi, on ne retrouve pas d'entreprises de grande taille (plus de 10 milliards de dollars \$US de chiffres d'affaires annuels) dont les revenus soient **purement** en optique/photonique. Les grands joueurs dans le domaine sont par exemple : Corning, Pirelli et Alcatel (fibre optique); Canon (imagerie); Pioneer et Toshiba (DVD); Lucent, Cisco, Nortel Networks, Siemens, NEC et Alcatel (communications optiques); Fujitsu et Hewlett-Packard (équipements informatiques et instruments); etc. Cependant, il existe quelques entreprises aux chiffres d'affaires annuels totalisant plusieurs centaines de millions de dollars, dont l'optique/photonique constitue l'activité principale, par exemple JDS Uniphase, E-Tek et Hamamatsu.

B) LES PRINCIPALES ORGANISATIONS INDUSTRIELLES NATIONALES ET MONDIALES¹⁸

Il n'existe pas de regroupement industriel **mondial** en optique/photonique comme c'est le cas pour les professionnels et scientifiques tel que décrit dans la section précédente (1.1 Les technologies). Les organisations identifiées sont nationales. Suit une liste incomplète de celles-ci.

Japon

OITDA (Optoelectronics Industry and Technology Development Association)
www.oitda.or.jp/

Le but général de l'OITDA est de contribuer au progrès de l'économie nationale japonaise en œuvrant à la promotion de l'industrie et de la technologie de l'optique/photonique. L'organisation soutient le développement de l'innovation des entreprises japonaises du domaine en favorisant les échanges et l'information sur tous les aspects qui sont de leurs intérêts industriels et commerciaux.

Taiwan

PIDA (Photonics Industry & Technology Development Association)
www.pida.org.tw

Le but principal de PIDA est de collaborer avec les entreprises privées en lien avec les instances gouvernementales du pays, afin d'augmenter la compétitivité de l'industrie de l'optique/photonique à Taiwan. Ses objectifs principaux sont entre autres d'assister le gouvernement dans l'élaboration de nouvelles politiques sur l'industrie, d'informer en matière de technologie et de marché, de guider le transfert technologique et les investissements, de promouvoir la coopération internationale et de soutenir la formation de la main-d'œuvre spécialisée en optique/photonique.

Chine

COEMA (China Optics and Optoelectronics Manufacturers Association)
www.chinex.com/sponsors/coema.htm

Fondée en janvier 1987, la COEMA est une organisation nationale indépendante impliquée dans le commerce et les affaires reliés à l'optique et l'optoélectronique. Cette organisation est, entre autres, composée d'entreprises manufacturières, d'instituts de R&D, d'organismes reliés à l'éducation, d'unités de commercialisation du domaine. COEMA conseille aussi les instances gouvernementales qui ont comme mission la régulation et la veille technologique dans cette industrie, spécialement en Chine. À ce jour, COEMA regroupe près de 500 membres. L'organisation est divisée en chapitres couvrant les secteurs du laser, de l'infrarouge, des composants optoélectroniques, de l'holographie, des disques optiques et de la fibre optique.

États-Unis

OIDA (Optoelectronics Industry Development Association)
www.oida.org/pg1.html

L'OIDA a pour but de favoriser la croissance et la compétitivité de l'industrie de l'optique/photonique en Amérique du Nord. L'association vise le développement général de l'industrie. Elle regroupe les utilisateurs et les fournisseurs du

¹⁸ Source: BOOK 1 du magazine **Photonics Spectra**.

domaine. Elle favorise la création de partenariats avec le gouvernement américain, les instituts, et autres industries et organisations professionnelles internationales afférentes à l'industrie. L'OIDA cherche à fournir une vision à long terme de l'industrie et à rehausser son statut dans l'environnement public. En plus d'effectuer une veille industrielle en optique/photonique en Amérique du Nord, l'OIDA informe sur son développement, les pratiques et processus de régulation existants dans d'autres pays. L'association soutient un réseau d'échanges d'idées et d'informations de manière à aider au partage de ressources et à la mise sur pied d'alliances stratégiques dans l'industrie.

RIA (Robotic Industries Association)

www.robotics.org

La RIA est une association basée sur les affaires. Elle a pour but de promouvoir la robotique à travers les foires commerciales, les vidéos, les publications et les séminaires. Cette association est un des commanditaires de la rencontre bien-nale " *Robotic Show* " et celle annuelle " *Robotics Industry Forum* ".

Telecommunications Industry Association

Cette association d'affaires regroupe et représente les petites et grandes entreprises. En télécommunications, internationalement, elle fournit de l'information sur les équipements, les produits, les systèmes, les processus de distribution et les services professionnels.

Fiber Optics Division

Il s'agit d'une association de manufacturiers en télécommunications regroupant des grandes entreprises et de petites entreprises émergentes, qui participent à la croissance du marché de la fibre optique. Elle participe activement à deux comités nationaux, le FO-2 sur les systèmes de communications optiques, et le FO-6 sur la fibre optique.

France

GIFO (Groupement des Industries Françaises de l'Optique)

www.gifo.org

Une association basée sur le commerce et la technologie des équipements manufacturiers ophtalmiques, optiques, optroniques, ainsi que des instruments de précision.

Écosse

SOA (Scottish Optoelectronics Association)

www.optoelectronics.org.uk

En Écosse, cette association industrielle inclut différents membres des universités et des entreprises. Elle favorise le réseautage, les partenariats, le transfert des technologies, l'aide en marketing et la diffusion de l'information en optique/photonique au sein de ses membres.

Russie

Laser Association

www.laser.stu.neva.ru/las

Dans le secteur des lasers, l'organisation scientifique et technique, à visée internationale, a pour but de relier la R&D avec les manufacturiers et les utilisateurs. Elle permet des échanges d'informations dans le secteur du laser, aide à l'établissement de contacts entre ses membres et agit en tant qu'expert indépendant dans les champs liés aux lasers et à leurs applications.

1.2.6 Perspectives de marché

En ordre d'importance et en termes de taux de croissance, les secteurs et segments globaux de marché les plus prometteurs sont :

1. Les télécommunications optiques :

- l'amélioration de performance au niveau des composants de tout genre (fibres optiques, senseurs, diodes-lasers, etc.) au niveau des réseaux internationaux, nationaux, régionaux et locaux (ex. " DWDM ", câbles sous-marins, photonique " aérienne ", satellites, etc.);



- plus encore prometteuse est ce que l'on nomme la *fin de boucle locale* où des applications pour réseaux en micro-informatique (LAN) de bureau sont à prévoir, ainsi que sur le plan des résidences, où l'on fait référence aux " Fiber-To-The-Home (FTTH) ", en fonction de la télévision numérique interactive, TVI (décodeurs Internet PC/TV/téléphone);
 - là il s'agit pour beaucoup, d'amélioration, donc d'ingénierie de packaging de pointe, de technologies existantes tout comme des processus de fabrication et de commercialisation de masse pour en baisser les coûts, etc.
 - nouveaux matériaux pour augmenter les performances des lasers, diodes et autres composants de base similaires.
2. L'**imagerie** avec la croissance vertigineuse des écrans plats et de la télévision numérique (dont la " HDTV ") : Taïwan, en partenariat avec le Japon, est en train de s'y tailler une très forte part mondiale; aussi, l'affichage à diode-laser (en référence aux potentialités du laser-diode bleu) - publicité et informations intérieures et extérieures sont des secteurs d'applications prometteurs.
 3. Le **stockage optique** dont le DVD (multimédia) émerge, ainsi que ses applications majeures grand public (divertissement) et bureautiques.
 4. Le **transport** : avionique et aérospatial, auto-intelligent (affichage de données de tableau de bord, liaisons Internet), contrôle de circulation automobile, etc.
 5. La **santé** : diagnostics et traitements médicaux, vision, radiologie par capteurs optiques, etc.
 6. Les **instruments** aux applications industrielles diverses (robotique) dont celles destinées à l'environnement et à la recherche scientifique.
 7. En matière de R&D, l'**informatique optique/photonique** (puces photoniques, réseaux neuronaux, informatique parallèle, etc.) va continuer comme lieu d'expérimentation de diverses solutions très novatrices, dont certaines applicables à la microélectronique conventionnelle.

1.3 LES GRANDES RÉGIONS DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE DANS LE MONDE

Identifier et analyser des régions industrielles en optique/photonique dans le monde

Cette section poursuit plusieurs buts. Premièrement, en fonction de l'idée initiale de la Cité de l'optique, une recherche fût conduite afin de vérifier, le cas échéant, pour la documenter et l'analyser, l'existence dans le monde d'organisations industrielles **régionales** en optique/photonique. Deuxièmement, dans le cours de cette recherche et de cette analyse, il s'avérait opportun d'identifier et de préciser les caractéristiques d'une **concurrence** potentielle à l'industrie de la région de Québec organisée par la Cité. Enfin et troisièmement, pour nourrir le cadre directeur des travaux de conception de la Cité, la documentation et l'analyse effectuées visaient à caractériser un ou des **modèles de référence** soit dans le domaine spécifique de l'optique/photonique ou soit apparentés (exemple, organisation de région industrielle spécialisée en un ou plusieurs autres secteurs de haute technologie).

La méthodologie employée s'est apparentée à un " benchmark ". Elle a reposé sur une cueillette de données, principalement par Internet, une consultation d'annuaires, des lectures documentaires diverses (monographies, magazines, études, etc.) et sur une expertise de l'équipe en la matière. En complément, certaines régions " d'intérêt technologique " furent visitées : Aachen et Berlin en Allemagne, Rennes et Montpellier en France, et Tucson en Arizona aux États-Unis.

1.3.1 Résultats généraux

D'emblée, sur les deux premiers objectifs, les résultats de la recherche se sont avérés partiellement vains. **Aucune " cité " ou " technopole " en optique/photonique n'a pu être identifiée.** Cependant, en ce qui a trait au troisième, regroupant de diverses façons des entreprises, des centres de recherche et de formation supérieure en optique/photonique, plusieurs régions ou agglomérations économiques dans le monde gèrent sur une base régionale leur(s) industrie(s) de haute technologie.

Il existe de grandes agglomérations abritant de fortes concentrations industrielles du domaine. Pour en nommer quelques-unes, Berlin en Allemagne, San Jose (Silicon Valley) près de San Francisco ou Richardson en banlieue de Dallas Fort Worth aux États-Unis, Montréal ou Toronto au Canada, etc. Cependant, elles sont d'une taille telle qu'elles ne peuvent

être adéquatement comparées au contexte économique-social et à la taille de la région de Québec. Les mêmes raisons contextuelles, avec en plus un grand décalage politico-culturel, sont valables pour certaines régions d'Asie (Japon, Singapour, Taïwan, Chine, etc.).

D'autres régions en optique/photonique, de taille pouvant s'apparenter à celle de la région Québec, ne peuvent non plus être comparées du fait des entreprises géantes qui y sont établies. Ce sont des régions " mono-entreprises ", ex : dans l'État de New York, Kodak (Rodchester) ou Corning.

Néanmoins, toujours en matière d'optique/photonique, sur certains aspects, certaines peuvent servir de référence relative : Aachen en Allemagne, Tucson, en Arizona, Ottawa, en Ontario ou le District de Montpellier et la région étendue de Rennes/Lannion, en France.

Dans le cadre de ce projet, en termes de modèle de référence spécifiquement en optique/photonique, aucun regroupement régional ne peut être qualifié de satisfaisant. En fonction des intentions de la Cité de l'optique, ce résultat n'a pu directement documenter une analyse comparative adéquate avec la situation de la région de Québec. Par exemple :

- Une seule immense installation dans la région de Tucson, celle de Raytheon (missiles téléguidés par laser), emploie près de 8 000 personnes, dont 1 500 strictement en optique/photonique.
- Employant des milliers de travailleurs, le même constat s'applique pour la région d'Ottawa avec les usines de JDS Uniphase, sans compter la R&D de Nortel Networks.
- L'action volontariste du gouvernement écossais en matière de photonique s'inscrit dans un territoire qui va d'Édimbourg à Glasgow. Elle se situe dans le cadre d'un immense technopôle multitechnologique, nommé Silicon Glen.
- À Aachen, bien qu'avec des activités régionales de formation supérieure, de R&D et d'entreprises en optique/photonique, l'action régionale d'encadrement et d'accompagnement n'est pas spécifique au domaine. Elle s'inscrit dans une stratégie et des mesures d'innovation technologique et économique multisectorielle faisant de la haute technologie le cœur du développement socio-économique régional.
- À Rennes/Lannion en France, mais moins et différemment, le même constat que celui portant sur Aachen, s'applique.

Par la diversité de ses activités, par l'entreprise EXFO en forte croissance, et, surtout, par les centres de recherche et de formation, en optique/photonique, il s'avère que la région de Québec puisse se mesurer avantageusement avec toute autre région de contexte et de taille comparables dans le monde.

1.3.2 Quatre modèles de références

En ce qui a trait à l'identification d'un modèle de référence intéressant à considérer, sous forme de synthèse, l'analyse conclut à quatre catégories de situation industrielle régionale en optique/photonique.

1.3.2.1 Les " régions-entreprises "

Le premier modèle retenu, " régions-entreprises ", consiste en des régions totalement influencées par **une seule entreprise**. Un gros joueur, donneur d'ordres, ordonne l'économie de toute la région où il est installé. Dans une telle région, dans une certaine mesure, l'entreprise possède un " droit de décision " très important. L'ensemble des actions et décisions régionales concourent " objectivement " à supporter l'existence et la croissance de l'entreprise. Il s'agit d'un modèle de l'ancienne économie (industrielle). En optique/photonique, on peut prendre les exemples suivants : Kodak à Rodchester et Corning dans la ville de Corning (dite " Crystal City " ou " Ceramics Valley ") dans l'État de New York, ou bien Zeiss à Jena (Jena) en Allemagne. On découvre que les centres de formation et de recherche y sont tous plus ou moins tributaires de l'entreprise géante du lieu. Toute la société régionale environnante y accompagne la mono-entreprise.

Un des exemples de " régions mono-entreprises " le plus connu est celui de la ville Toyota City au Japon, site du siège mondial de la corporation Toyota Motor. Au sein de la zone industrielle de Chukyo, on y trouve une intégration serrée de fournisseurs de pièces automobiles (agissant en " juste-à-temps ") et d'activités régionales tournées vers l'entreprise

(dont le campus universitaire Toyota, pour la formation de la main-d'œuvre). Cette situation résulte d'une évolution qui s'étend sur environ 65 ans. En effet, vers 1934, la ville de Koromo décida de changer les bases de l'économie locale déclinante (traitement de la soie). Elle attira avec succès des investissements de l'industrie de l'automobile, la " haute technologie " de l'époque. C'est alors que Toyota y débuta son déploiement industriel. En janvier 1959 la ville Koromo fût rebaptisée Toyota, dans le but de promouvoir le développement et la prospérité de la ville en tant que " ville de l'automobile ". En 1960, Toyota City s'est jumelée à la ville de Détroit aux États-Unis, afin de commémorer le 10^{ième} anniversaire de sa nouvelle appellation et marquée qu'elle se veut le " Détroit de l'Orient "!

Un second exemple est celui du " *Ceramics Valley* " entourant l'entreprise Corning, inventeur et chef de file mondial en fibre optique et composants dérivés. Si la ville de Koromo a pris le nom de son employeur Toyota, l'entreprise Corning a pris celui de sa ville d'établissement. En effet, sont tournés vers les besoins de l'entreprise majeure du lieu, l'Université Albert, plusieurs centres de recherches, divers centres d'enseignement, des instituts spécialisés de recherche, un musée du verre (500 000 visiteurs annuellement), des associations dont la très connue " *Ceramics Association of New York* " et celle de la IEC (" *Institute of Electronics and Ceramics* "). La compagnie Corning génère un développement régional arborescent (fournisseurs, formation, recherche, etc.), favorable à son bon fonctionnement et à sa croissance.

Dans le domaine, on retrouve dans le monde d'autres exemples de " régions-entreprises ". Telle dans la ville de Jena (Jena) en Allemagne où, en optique traditionnelle et nouvelle, l'entreprise Carl Zeiss possède son lieu principal d'activités. Zeiss a été fondée à Jena en 1846, en tant que firme spécialisée en mécanique de précision et en optique. Elle est devenue un chef de file mondial en technologie optique de précision (dont l'astronomie). Jena demeure le centre majeur d'opération de ses secteurs d'affaires : lentilles, optique classique, systèmes médicaux, systèmes optoélectronique, semi-conducteurs, métrologie industrielle, etc. À Jena, les centres de formation supérieure œuvrent de concert avec Zeiss. Là aussi existe un musée spécialisé dans le domaine.

1.3.2.2 Les technopôles et/ou technopoles

Le deuxième modèle se réfère aux **technopôles** (" centre ") et/ou, presque synonyme, **technopole** (" polis " ou cité). Il prend sa source dans une " copie ", souvent idéalisée, de la réussite de la Silicon Valley, à l'origine dans les années 60, un simple " parc industriel ". Depuis, on cherche à en généraliser la formule à travers le monde, comme une soi-disant recette miracle. Aujourd'hui, mondialement, on dénombre plus de 400 " Science Parks ". Très souvent, l'université de la région, comme dans le cas des universités de Stanford et de Berkeley pour la Silicon Valley, y joue un rôle moteur, voir d'initiateur du technopôle. Le modèle est avant tout basé sur des pôles de **regroupement physique** d'entreprises, de centres de recherche et, parfois, de formation supérieure, parfois, entourés de services :

- soit sur des **thématiques** technologiques particulières (agriculture, biotechnologie, TI, etc.), tel qu'à Montpellier en France;
- soit, **multitechnologique**, par exemple la technopôle de Sophia Antipolis; le Parc technologique de Québec origine de cette catégorie.

En général, il s'agit de lieux orientés de manière " immobilière ". Ce caractère immobilier oriente, lorsqu'elles existent, les activités d'accompagnement, de coordination, d'animation, d'information, etc., destinées à " satisfaire ses **locataires** ". Le plus souvent, chacun des éléments installés agit indépendamment des autres, sans beaucoup d'interactions.

Ce modèle à la base n'est pas fondé sur un système intégré de développement industriel régional. Les exemples les plus judicieux sont les technopoles françaises. " *La dynamique technopolitaine* " ¹ devrait résulter d'une relation systémique entre recherche, enseignement supérieur et industrie, d'une part, et, d'autre part, se préoccuper d'assurer l'adéquation de l'offre technopolitaine aux marchés et à l'économie régionale. Le réseau technopolitain français, fort d'une quarantaine de technopoles, veut assurer un environnement scientifique et technologique favorable afin de donner aux entreprises choisissant de s'y implanter, tous les moyens et toutes les occasions d'innover. À l'analyse, " *...il n'y a pas de modèle unique des technopoles françaises. Les unes reposent sur un ou des parcs d'activités moteurs, les autres sur une structure apte à générer une synergie entre plusieurs pôles de compétence d'une agglomération* " ² .

¹ D'après le document **Qu'est-ce qu'une technopole?** www.France-technopoles.asso.fr

² Ibidem

En Bretagne (en France), comme exemple, on retrouve au niveau du District de Rennes une technopole, sur plusieurs sites, centrée sur les télécommunications et coordonnée par l'Association Rennes-Atalante. Elle concentre plus de 40 % de la recherche française en télécommunications. Près de là, à Lannion, la technopole Anticipa rassemble un important centre de recherche et quelques entreprises en optique/photonique. Hors de réseaux interindividuels et à l'occasion de rencontres sporadiques (Chambre de Commerce, conférences, colloques spécialisés), on y constate qu'en pratique, il y a peu d'actions régionales stratégiques, ni opérationnelles, faitières pour mettre en synergie le tout régional, par ailleurs, très actif en haute technologie. Si ce n'est par des initiatives d'instances publiques régionales, des activités de promotion en vue d'attirer des " locataires " entrepreneuriaux, de services de facilitation de création de nouvelles entreprises (incubation), récemment, d'accompagnement d'entreprises existantes et l'organisation récente d'une visite de sensibilisation des dirigeants locaux à l'étranger. Les structures de gestion des technopoles de Rennes/Lannion sont sans capacité de coordination régionale intégrée. Elles tentent, respectivement et de manière indépendante, de faire interagir leurs divers acteurs présents, entreprises, centres de recherche et certains intervenants des universités de la région. Pourtant, le milieu régional bouillonne de projets et d'expertises.

Plus près de Québec, à Montréal, existe une grande activité industrielle en optique/photonique (télécommunications, avionique, aérospatial, informatique/électronique), mais où le développement d'ensemble de la filière industrielle est laissé aux libres forces de marché, sans synergie, ni " conscience " de son utilité possible. Chaque entreprise, chaque lieu de formation, chaque acteur régional du domaine y agit séparément, sans concertation ni stratégie. Cela est à comparer à Richardson (Dallas au Texas) dans le cadre du " Telecom Corridor " en télécommunications. Apparentée à celle d'une technopole, l'organisation régionale est un exemple d'action thématique en optique/photonique. En effet, l'organisme de développement économique régional affirme l'importance pour l'avenir de l'optique/photonique. Dans un but d'attraction d'activités de recherche et d'entreprises, il met de l'avant les forces de la région, notamment l'existence de 3 milliards \$US de capital de risque (" venture capital ") et informe sur ses capacités d'accueil et d'assistance en matière d'optique/photonique.

Autre exemple, au sein du technopôle multitechnologique de Silicon Glen en Écosse, une action spécifique visant la photonique est menée par des instances gouvernementales : promotion et accueil, avec peu de synergie industrielle tentée, sinon en recherche par l'entremise des universités.

1.3.2.3 Les technorégions

La caractéristique principale de ce modèle est qu'il est fondé sur un système régional d'innovation technologique pouvant associer : universités, centres de recherche, plusieurs technopôles, organismes régionaux, etc. La présence de liens - structure technorégion - entre ces éléments est vitale, car ils fournissent l'énergie dynamique au modèle.

En Allemagne, Berlin et Aachen qui furent visitées, sont des exemples plus achevés du modèle de technorégion. Le modèle régional y repose sur une **stratégie industrielle et des structures articulées de développement économique et technologique**. Les initiatives locales sont renforcées par une orientation stratégique nationale, elle-même articulée sur une stratégie européenne de développement de l'innovation. Les diverses technorégions observées en Allemagne font **interagir** des centres de recherche, un tissu industriel dense et diversifié, des associations, des universités, etc. Dans les deux régions précitées, l'optique/photonique est considérée comme une activité parmi d'autres en haute technologie.

À Aachen, depuis le début des années 80, à la tête de la technorégion composée de la ville principale et de plusieurs dizaines d'équivalents de municipalités de type MRC, l'AGIT repose sur une forte structure financièrement et humainement bien dotée. Ses actions sont reconnues, respectées et multiples : orientation stratégique, coordination régionale, différents services directement offerts (incubation, promotion, information, vitrines, location d'ateliers), etc. Ce qui n'empêche pas l'existence à travers la région d'une multitude d'autres organisations de développement en technologie dans les universités et l'existence de plusieurs centres d'incubation. Dans les municipalités, outre des services de développement économique, l'on retrouve près d'une dizaine de parcs technologiques, dont certains fonctionnent comme des technopôles (avec leurs propres services de promotion, d'accueil, d'accompagnement, etc.). À Berlin, en plus grand, on retrouve une situation similaire.

Autre lieu visité, Montpellier ne constitue pas un modèle " pur " de technorégion. Son orientation et son organisation, Montpellier Méditerranée Technopole, émanent de manière faitière d'une instance publique relevant directement du District (sorte de communauté urbaine). Il s'agit plutôt d'un modèle hybride, se situant entre technorégion et structure de gestion régionale de plusieurs technopoles thématiques. La " technorégion " de Montpellier rassemble différents modes

de regroupement et plusieurs technopoles spécialisées (pôles d'excellence) : Euromédecine, Agropolis, Héliopolis, Informatique, Antenna, etc. Ils sont animés et coordonnés par la structure régionale du District qui offrent différents services. Cependant, Montpellier fait du développement technologique un projet intégré et des plus réussi de société. La technologie, l'économie, le social, la culture, l'histoire, l'aménagement urbain, la formation, etc., forment un tout géré de manière **équilibrée**. Il semble, qu'à Aachen, en cours d'élaboration, le nouveau plan stratégique de développement économique régional, donnant priorité à la haute technologie, pourrait rejoindre à sa façon le modèle harmonisé de Montpellier.

Comparativement, le Parc technologique de Québec fait partie d'une technorégion dont les intentions ne correspondent pas à des orientations, structures et ressources appropriées. Le Parc n'est pas thématiqué. Il englobe différentes technologies et n'est pas intégré dans une stratégie régionale incarnée structurellement en innovation. Au sein de la Technorégion de Québec, la Cité projetée - à titre de "polis" ou pôle - pourrait devenir l'équivalent d'un "lieu" technologique spécialisé de services, centré sur une thématique technologique, l'optique/photonique.

1.3.2.4 Le modèle du "cluster" en optique/photonique

Le dernier modèle retenu pour fin de cette analyse est de type grappe industrielle ou "cluster". Il est très répandu dans l'industrie de l'optique/photonique nord-américaine. C'est un modèle correspondant à la nouvelle économie de l'information. Il repose sur le postulat qu'une activité technologique donnée peut mieux réussir lorsqu'elle est agrégée avec d'autres secteurs d'activités économiques et technologiques. Il s'agit d'une organisation simple et souple de type **association** industrielle. Celle-ci est axée pragmatiquement sur la promotion, le lobby, la formation, la R&D, le financement et la commercialisation. Les actions des organisations publiques d'accompagnement et de facilitation du milieu y sont intégrées.

Le modèle de "cluster" en optique/photonique est né, vers 1989, à Tucson en Arizona, sous l'initiative et l'animation dynamiques de Bob BREAUULT, à la tête d'une entreprise du domaine. Les "grappes" sont constituées sur une base volontaire par des entreprises qui se regroupent pour former un réseau avec d'autres intervenants économiques et publics environnants. Les participants définissent entre eux leur propre agenda industriel. Le groupe constitué est ainsi ouvert à tout intervenant régional intéressé par l'industrie (association de développement économique, la chambre de commerce, etc.).

Actuellement, 11 "clusters" en optique/photonique seraient en activité dans autant d'États aux États-Unis (dont, Connecticut, Floride, Colorado, Kentucky, Arizona), et 4 au Canada (Québec, Ottawa, Vancouver et Toronto), dont un à Québec, nommé GOPQ. D'autres seraient potentiellement en création dans le monde (ex : Afrique du Sud). Chacune des grappes en optique/photonique peut échanger avec d'autres pour veiller aux nouvelles idées, aux tendances des marchés, etc. Il se veut un lieu d'échange flexible et performant d'informations industrielles.

Selon les observations communiquées à la lumière d'expériences de "clusters" de d'autres domaines que celui de l'optique/photonique, plus ou moins développés et dynamiques selon le cas, très peu de ces groupes dépassent le stade d'association d'échange et de lobby.

1.3.3 La Cité projetée

Comme à notre connaissance, il n'existe dans le monde aucun modèle de "cité" comme celle projetée à Québec, l'hypothèse de travail à la base de ce projet est d'envisager la conception de la Cité de l'optique comme un "système" basé sur des éléments empruntés, pour une part, à d'autres modèles. Ce modèle pourrait être un hybride prenant en compte la réalité régionale québécoise favorable suivante, telle que :

- l'existence d'une "volonté" de Technorégion (dotée de 8 "pôles" spécialisés), dont plusieurs des éléments sont de qualité, mais dont l'ensemble constitue davantage, selon une expression recueillie auprès de quelques uns de ses dirigeants, "un potentiel de devenir...", qu'une réalité fonctionnelle et opérationnelle;
- un "Science Park" ou un Parc technologique, qui en est un de première génération³, mais, peu tourné vers des services destinés aux centres et entreprises "locataires" et non orienté sur les interactions régionales et mondiales;
- un "cluster" optique/photonique en émergence;

³ Voir, Michel CARTIER, **Les technopoles**, le 10 novembre, 1998.

- de nombreux organismes locaux et régionaux de développement en haute technologie, mais peu harmonisés les uns les autres.

Pour concevoir la Cité de l'optique, et à titre de synthèse, le modèle d'affaires à définir peut néanmoins s'inspirer des situations de référence considérées plus haut, où l'on observe la présence :

- d'une stratégie partagée et concrétisée sur une chaîne étendue d'activités technologiques, industrielles et commerciales;
- d'une structure assurant des interactions multiples, locales, régionales et mondiales;
- de ressources appropriées;
- d'engagements entrepreneuriaux de dirigeants;
- d'ingrédients interactifs d'accompagnement et de facilitation, dont celui, majeur, du financement;
- d'un réseau d'affaires déployé sur la scène technologique et économique mondiale;
- de coopération entre les entreprises et les centres de recherche et de formation.

En somme, une des clés de réussite de développement de la Cité réside dans **la qualité du réseau d'affaires** à y édifier. Donc, en fonction des autres acteurs afférents dans le monde, c'est dans sa capacité à soutenir les **interactions** de compétition/coopération ("coopétition") entre les entreprises et centres de R&D et de formation supérieure en optique/photonique, ainsi qu'avec d'autres secteurs connexes, de la région et d'ailleurs, qu'elle pourra le mieux croître.

1.4 LE PROFIL DE L'INDUSTRIE DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE DE QUÉBEC

L'élaboration du profil

En fonction de la nouvelle économie et le reflet de son caractère éminemment technologique, l'industrie de l'optique/photonique de la région considérée dans ce rapport se compose tant des **entreprises** que des **centres** de recherches et de formation supérieure. Cependant, pour la mesurer, on constate des lacunes au plan des statistiques officielles (au Canada comme ailleurs) en matière d'optique/photonique. De même, il est statistiquement difficile de suivre le développement rapide de l'industrie de Québec. Ce qui explique pourquoi, la concernant, il fût impossible de réaliser cette analyse sur la base de données spécifiques, rigoureuses et récentes. Les informations de ce profil proviennent donc surtout de contacts directs auprès de tous les acteurs de l'industrie de la région, ainsi que d'un certain nombre d'instances publiques et d'organismes de la Technorégion de Québec. Les rencontres avec le Comité avisé ont permis d'ajuster les données et l'analyse qui en a résulté.

Méthodologiquement, le principe de base du modèle¹ " **Système d'Innovation Technologique** " (SIT) du Conseil de la Science et de la Technologie du Québec (CSTQ) a été appliqué à cette partie du travail, à savoir : **mettre l'entreprise au cœur du développement et de la gestion de l'innovation technologique**. Conséquemment, tout au long de ce travail d'analyse et de conception de la Cité. Les avis et informations recueillis auprès des entreprises ont fortement influencé l'élaboration de ce profil. De telle sorte que la réalisation du plan de travail s'est étroitement raccordée aux volontés et attentes industrielles de ces dernières.

Sous le sceau de la confidentialité, la collecte de données a pris la forme principale d'entretiens réalisés avec les décideurs de l'industrie de l'optique/photonique de la région. Les objectifs principaux de ces entretiens étaient :

- de quantifier les composantes de l'industrie (à l'aide de questionnaires, fiches, etc.);
- d'évaluer les forces, les faiblesses et les besoins des entreprises et des centres;
- d'identifier leurs attentes quant à la mise en place d'une Cité de l'optique;
- d'inventorier les projets de développement de l'industrie.

¹ Pour une politique québécoise de l'innovation, Rapport de conjoncture 1998, Conseil de la Science et de la Technologie, Québec, décembre 1997.

a) La **première étape** d'élaboration du profil a consisté à rencontrer le **cœur de l'industrie de l'optique/photonique de la région de Québec** soit les entreprises, les centres de recherche et les institutions d'enseignement supérieur. Pour ce faire :

- Des entrevues personnalisées, d'une durée variant d'une heure et demie à trois heures, ont été réalisées à partir :
 - d'un canevas d'entrevue (annexe 2);
 - d'une fiche descriptive, basée sur le modèle de la Société de promotion économique du Québec Métropolitain (SPEQM), mise à jour et complétée lors des entrevues.
- Au total, 23 personnes ont été rencontrées.
- Des 15 entreprises en optique/photonique recensées dans la région, 14 ont accepté de se soumettre au processus d'entrevues.
- Le Centre de recherche pour la défense, Valcartier (CRDV), l'Institut national d'optique (INO), le Centre d'optique, photonique et laser de l'Université Laval (COPL), le Collège de La Pocatière et le Collège de Limoilou ont également été interviewés. À noter que, dans les institutions d'enseignement, des directeurs de programme ou de département et des professeurs ont été interviewés (voir annexe 1).

Par la suite, afin de compléter certaines informations, un questionnaire a été envoyé aux entreprises et centres de recherche et de formation (annexe 3). De plus, tout au long du travail d'analyse, certains répondants ont été contactés de nouveau afin de clarifier certaines informations.

b) Dans une **seconde étape**, des représentants d'organismes publics et parapublics environnant l'industrie, principalement de la Technorégion, ainsi que quelques entreprises de l'optique/photonique extérieures à la région, ont accepté de participer à une démarche similaire. Avec ces derniers, la même approche de travail a été utilisée, soit des rencontres guidées par un canevas d'entrevues. Au total 12 représentants ont été rencontrés (annexe 4).

1.4.1 Bref historique de l'industrie de l'optique/photonique de Québec

En 1945, le gouvernement canadien fonde " l'Établissement de recherche et de perfectionnement de l'armement ", devenu plus tard le Centre de recherche pour la défense de Valcartier (CRDV). Depuis plus de 50 ans, il participe au progrès scientifique et technologique du pays. Plus particulièrement, dans son champ d'activités, le CRDV a contribué à l'essor économique de la région dans divers domaines. Ce dernier est non seulement le foyer historique à la source du déploiement actuel des activités en optique/photonique de la région, mais constitue toujours l'une des ressources primordiales de la R&D dans ce domaine à Québec. Il a directement favorisé la création et l'essor de plusieurs entreprises reconnues du domaine dans la région, cela, par des transferts continus de technologies ou à titre de donneur d'ordres. Son passage au statut d'agence (actuellement en cours) va lui permettre d'accentuer sa volonté de présences actives et stimulantes pour toute l'industrie de l'optique/photonique de la région.

C'est ainsi, qu'en relation avec les travaux en optique militaire du Centre, l'Université Laval a initié ses premiers programmes de formation supérieure en science et en génie concernant l'optique et le laser. Puis, en 1964, elle crée le Laboratoire de recherche en optique et laser (LROL). En 1985, le Laboratoire de recherche sur les oscillateurs et systèmes, LROS, de l'Université Laval, orientait ses activités vers le secteur des communications optiques. En 1989, au sein de la Faculté des sciences et de génie (FSG), le **Centre d'optique, photonique et laser (COPL)** naît de l'association des chercheurs du LROL issus du département de physique, de ceux de la chaire industrielle CRSNG-QuebecTelephone en télécommunications optiques, et de ceux du LROS provenant du département de génie électrique. En 1999, sous l'initiative du gouvernement du Canada, co-dirigé par l'Université Laval, est créé l'**Institut canadien pour les innovations en photonique (ICIP)**, inscrit au sein du réseau des Centres d'excellence du Canada.

En 1985, pour soutenir l'émergence du domaine à Québec et au Canada, le Gouvernement fédéral facilite l'implantation de l'**Institut national d'optique (INO)** dans le Parc technologique du Québec métropolitain. La création de l'INO fût initiée en 1983 à la suite d'une recommandation du Conseil National des Sciences et de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (ACP). Puisque la moitié des chercheurs canadiens en optique, électro-optique, laser et photonique était formée à l'Université Laval, il était naturel que la région accueille un centre national de recherche en

optique. À noter que la même année, naît l'entreprise **EXFO**, devenue le chef de file actuel des entreprises de l'optique/photonique de la région.

Par ailleurs, d'autres initiatives régionales en R&D, concomitantes à l'optique/photonique, pourraient être prises en compte : au Centre de recherche industriel du Québec (CRIQ), des activités relatives à la soudure utilisant le laser, ainsi que le projet d'une Chaire de la Faculté d'aménagement, d'architecture et des arts visuels de l'Université Laval sur la lumière, qui traite spécifiquement de l'éclairage urbain en contexte nordique.

Au cours de la décennie 80, la région a vu naître plusieurs entreprises dont certaines disposent aujourd'hui d'une notoriété sur le marché international. Cet essor entrepreneurial s'est accentué dans les années 90, puisque 9 nouvelles entreprises sont apparues. C'est en 1990 qu'à l'Université Laval, fût fondé le **Centre d'optique, photonique et laser (COPL)**, le troisième des centres de recherche importants de l'industrie de la région.

Selon le Tableau 1-x qui suit, au total, 20 entreprises furent lancées dans la région depuis l'année 1959 qui marque la fondation de **Gentec**. De celles-ci, 3 l'ont quittée pour diverses raisons; 2 entreprises seulement ont cessé leurs activités. Aujourd'hui, en 1999, 15 entreprises sont toujours en activité, dont **CorActive** qui démarre. À celles-ci, s'ajoutent les 3 centres de recherche (CRDV, INO et COPL), ainsi que les programmes d'enseignement en optique/photonique de la Faculté des sciences et de génie.

Tableau 1-8 Chronologie de création des entreprises et des centres de recherche et de formation en optique/photonique dans la région

Année	Entreprises ou organisations	Commentaires
1945	CRDV	
1959	GENTEC	
1964	LROL	
1973	BOMEM	
1982	LROS	
1983	TECHNOLOGIE LYRE LASIRIS ²	• Quitte la région en 89-90 vers Montréal
1985	INO EXFO	
1989	COPL OPTEL	• Créé en 1989, par la fusion du LROL et du LROS, ainsi que de la Chaire Industrielle Québec-Tél./CRSNG fondée en 1988.
1991	NORTECH FIBRONIC	
1993	AEREX AVIONIC NÉOGÉNIX	• Arrêt des activités en 1999
1994	OPTIWAVE ³ INSTRUMENT RÉGENT FISO TECHNOLOGIE	• Quitte la région en 96 pour l'Ontario
1995	LASER INSPECK P&P OPTICA	
1996	DORIC LENSES HEXAVISION INFRAVISION	• Arrêt des activités
1997	PIERRE LANGLOIS KROMAFIBRE ⁴	• Quitte la région en 97, Région Montréal
1998	CORACTIVE	

² Lasiris travaille en partenariat avec l'INO en optique diffractive.

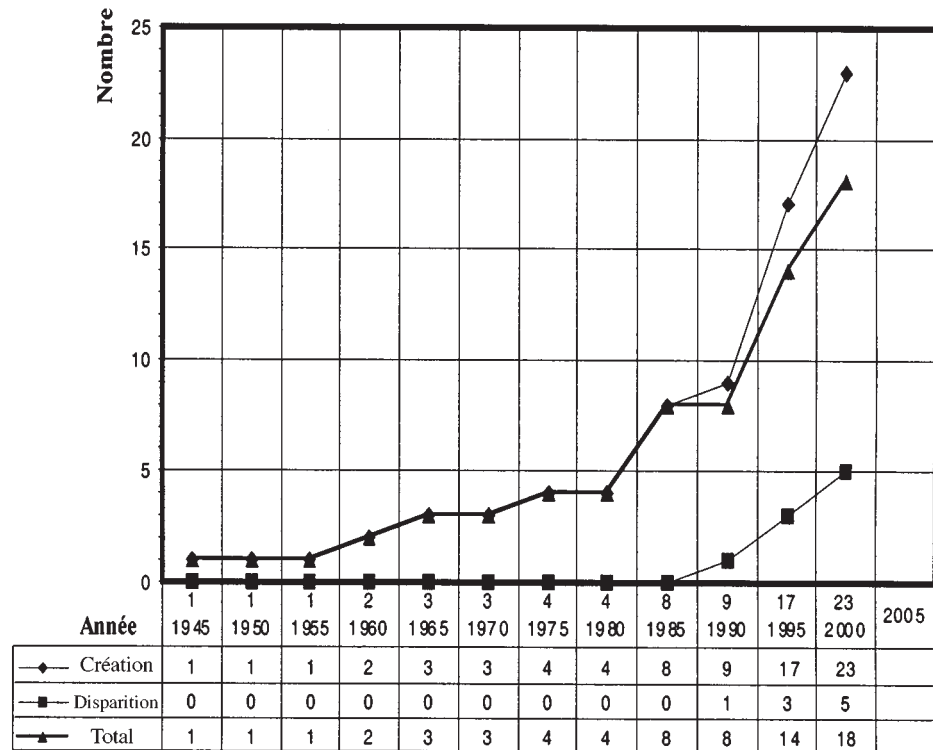
³ Optiwave est un " spin-off " de l'INO.

⁴ Kromafibre aurait pu s'installer à Québec. Mais au tout début de sa phase de démarrage, " ne trouvant pas le soutien approprié dans la région ", l'entreprise a très rapidement déménagé à Montréal.



Le Graphique 1-x ci-contre résume le développement chronologique des entreprises dans la région. On peut constater la forte croissance survenue dans la décennie 90 en termes de création d'entreprises illustrant **la jeunesse du tissu entrepreneurial de l'industrie de l'optique/photonique de Québec**.

Graphique 1-7 Courbe de développement des entreprises et des centres de recherche et de formation en optique/photonique dans la région



“ La région de Québec possède une industrie régionale de la photonique s'appuyant sur des bases solides et témoignant d'un bon dynamisme. L'intérêt soutenu de l'Université Laval dans le domaine de l'optique depuis plus de trente ans constitue la source originale de cette expertise régionale. En effet la compétence reconnue de l'Université Laval en optique a contribué au développement de l'électro-optique du CRDV qui, par ailleurs, a fortement influencé l'orientation des programmes de recherche de l'université dans ce domaine. C'est aux retombées économiques et aux transferts de technologie venant du CRDV qu'on doit la création de Bomem et la consolidation de Gentec dans le domaine manufacturier. L'importance de l'optique dans la région de Québec a favorisé la création de l'INO et son développement pour en faire l'organisme de recherche le plus important au service de l'entreprise canadienne. ”

Source : **Les cahiers du GRAPPE, Optique-photonique**, INO, 22 juin 1994.

Au regard du tableau 2-x suivant, on observe une interaction étroite entre les différentes constituantes de l'industrie. **À noter que la plupart des dirigeants des entreprises ont étudié et/ou œuvré, à un moment ou un autre, au sein des centres d'enseignement supérieur et/ou de recherche de la région. Ce qui démontre le rôle crucial de ces centres dans la création des entreprises.**

Tableau 2-9 Les liens⁵ historiques entre les dirigeants des entreprises actuelles et les centres de recherche et de formation de la région

	UL*	COPL**	INO	CRDV	Autres***
1					✓
2				✓	✓
3	✓				✓
4		✓			✓
5	✓	✓	✓		
6	✓		✓		✓
7	✓		✓	✓	
8	✓		✓		
9		✓			
10		✓	✓		✓
11			✓		✓
12	✓	✓			
13			✓		
14	✓	✓	✓		
15 ⁶			✓		

* Baccalauréat en sciences et génie.

** 2e et 3e cycle spécialisé en optique/photonique.

*** Collèges, autres entreprises ou autres pays.

1.4.2 Les principaux acteurs de l'industrie

Cette section porte sur la description des entreprises et des centres de recherche spécialisés en optique/photonique de la région

1.4.2.1 Les entreprises

Les entreprises de la région possèdent des caractéristiques très variables en ce qui a trait à leur taille, à l'ampleur de leur chiffre d'affaires ou à leurs secteurs d'activité. Sur 15 entreprises, 2 sont des entreprises de services (**Aérex Avionique** et **Pierre Langlois Consultant**). La plupart conçoivent et fabriquent une gamme variée de produits, d'équipements et/ou de systèmes. Certaines, en plus d'offrir des produits, proposent également des services (**Technologie Lyre**).

On compte dans la région :

- 2 entreprises totalisant plus de 100 employés,
- 2, de 50 à 100 employés,
- 7, de 5 à 50 employés,
- 4, de moins de 5 employés (incluant une entreprise en démarrage);

⁵ À leur demande, l'identification nommément des entreprises demeure confidentielle

⁶ L'entreprise 15 n'a pu être rencontrée, le peu d'informations à son propos ont été fournies par l'INO.

- Sur un total de 853 employés, **764** œuvrent directement en optique/photonique⁷;
- Sur un chiffre d'affaires consolidé d'environ 128 millions de dollars, plus de **114 millions \$** résultent d'activités purement en optique/photonique.

Tableau 3-10 Répartition des employés et des chiffres d'affaires ou budget de fonctionnement des entreprises, selon leur taille

	ENTREPRISES	EMPLOYÉS		C.A./BUDGET (en million \$)	
	Nombre	Nombre total	Nombre opti./phot.	Total	Optique/phot. seulement
Plus de 100 employés	2	564	564	103	98,0
De 50 à 100 employés	2	175	93	18	9,5
De 5 à 50 employés	7	105	98	6,75	6,45
Moins de 5 employés	4	9	9	0,4	0,4
TOTAL	15	853	764	128,15	114,35

Selon les données recueillies, 74 % de l'emploi dans les entreprises de l'optique/photonique de la région est le fait de 2 des 15 entreprises. Plus encore, la proportion des chiffres d'affaires de ces 2 dernières représente près de 86 % des revenus et budgets globaux de l'industrie.

Une faible taille critique du nombre et de la taille des entreprises : Globalement considéré à la lumière des données précédentes, bien que de qualité, potentiellement prometteur, entouré de trois centres de recherche et d'un lieu majeur de formation supérieure et de collègues offrant des enseignements spécialisés, le petit noyau d'entreprises existantes témoigne de la fragilité relative de l'industrie de la région. À un échelon mondial des plus compétitifs, sa taille critique est faible en nombre d'entreprises (15), de même qu'en termes d'emplois (764) et de chiffres d'affaires consolidés (114 millions de dollars).

Les marchés d'applications

En ce qui concerne leurs produits et services, les applications de marché les plus nombreuses citées par les entreprises portent sur les secteurs suivants :

- la médecine et de santé,
- les télécommunications,
- la défense.

Dans l'ensemble, les spécialités industrielles couvrent un large éventail de produits et de services. Les capacités industrielles de la région sont donc très **diversifiées**. Cependant, en considérant les chiffres d'affaires et l'emploi, les **télécommunications sont le secteur d'activité le plus développé**.

⁷ Certaines entreprises ne se consacrent pas uniquement à l'optique/photonique, c'est pourquoi est distinguée la part des activités spécifiques au domaine.

Tableau 4-11 Les applications de marché présentes dans les entreprises de la région

APPLICATIONS	PRODUITS	SERVICES / SYSTÈME
	Nombre de fois citées	Nombre de fois citées
Médecine et santé	6	
Télécommunications	5	
Défense	4	1
Informatique	3	
Applications industrielles	3	
Alimentation	3	
Ressources naturelles et environnement	2	
Loisirs	1	
Autres	2	1

Note : Nombre de répondants : 14; certains d'entre eux ont cité plusieurs applications.

Les capacités industrielles de la région de Québec sont donc très diversifiées. Cependant, en considérant les chiffres d'affaires et l'emploi, l'instrumentation dédiée aux télécommunications est le secteur d'activités le plus développé.

1.4.2.2 Les centres de recherches

Le Centre de recherche pour la défense de Valcartier (CRDV)

En matière de R&D, la mission du CRDV consiste à soutenir les activités militaires du ministère de la Défense du Canada de même que de faire profiter l'économie canadienne des retombées de ses travaux de recherche. À cet égard, il a pour objectif de favoriser l'utilisation civile des systèmes technologiques qui résultent de ses recherches effectuées à des fins militaires. Sur les trois divisions du CRDV, une d'entre elles se consacre à l'électro-optique. Elle regroupe une centaine de personnes, dont 75 chercheurs et techniciens. Notons que le CRDV est l'un des plus importants centres de recherche publics au Québec.

Prochamment, le CRDV entend mettre davantage l'accent sur le transfert de technologies vers l'industrie et ce, surtout dans la région. Il dispose de nombreuses expertises de pointe, d'équipements et de bâtiments. Participant à un réseau international d'activités dans son secteur, le CRDV est, dans une certaine mesure, prêt à l'ouvrir aux entreprises désireuses d'en bénéficier.

L'Institut national d'optique (INO)

L'Institut national d'optique n'est pas seulement un centre de recherche appliquée et de développement de technologies en optique/photonique et laser. Actif dans de nombreux secteurs économiques, il s'agit aussi d'un acteur qui collabore à fond avec l'industrie de la région. L'INO est une corporation privée sans but lucratif. En 1999, il compte 175 employés et, avec un budget de 21 millions de dollars, s'autofinance à 75 %.

L'INO génère un impact stratégique sur l'ensemble de l'économie du pays par la conception et le développement de nouveaux produits et procédés en optique/photonique, par le nombre des chercheurs en haut savoir qu'il regroupe et par la variété d'expertises et de connaissances qu'il rassemble. De plus, il favorise la création de nouvelles entreprises.

L'INO offre également des formations spécifiques (cours d'appoint non crédités) dans divers domaines reliés à l'optique/photonique. Ces cours permettent de développer très rapidement des aptitudes spécifiques adaptées aux besoins de l'entreprise.

Le Centre d'optique, photonique et laser (COPL)

Le COPL regroupe des chercheurs rattachés aux départements de physique, de génie électrique et de génie informatique de la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval. Il abrite aussi la chaire industrielle CRSNG/Québec Téléphone en communications optiques. Le Centre s'affirme autant dans les projets de recherche fondamentale qu'en recherche proche d'applications industrielles et commerciales.



Le principal objectif du COPL est la formation de spécialistes hautement qualifiés dans l'ensemble des secteurs associés à l'optique, à la photonique et au laser. La structure du COPL permet d'établir un plus grand rapprochement entre ses membres, de donner une visibilité plus grande aux différents travaux de recherche individuels et de faciliter les relations entre l'industrie et la recherche.

Données consolidées sur l'emploi et les budgets des centres de recherche

Comme le fait voir le tableau 10-x suivant, les trois centres de recherche regroupent :

- un total de 591 employés, dont **366 œuvrent directement en optique/photonique**, puisque le CRDV n'agit pas uniquement dans ce domaine technologique;
- des budgets globaux d'environ 59 millions de dollars, **dont 34 millions, pour des activités de recherche reliées directement à l'optique/photonique.**

Tableau 5-12 Nombre d'employés œuvrant en optique/photonique dans les centres de recherche de la région

	CRDV	COPL	INO	Total
Chercheurs et assistants	75	23	120	218
Professeurs		17		17
Étudiants 3 ^e cycle		39		39
Étudiants 2 ^e cycle		35		35
Autres	25	2	30	57
Total	100	116	150	366

Données 1999

La R&D, l'atout principal de la région en optique/photonique

Les 3 centres de recherche regroupent au total près de 310 spécialistes de haut niveau sur les 366 personnes qui y travaillent ou étudient aux 2^e et 3^e cycles universitaires. S'ajoute à cela le fait que le COPL associe en ce domaine, en plus de ses activités de recherche en science et en génie de l'optique/photonique, la **formation de spécialistes de très haut niveau**. Ce regroupement intégré de haut savoir en R&D constitue **l'atout majeur de la région en optique/photonique**. À ce total, selon un estimé, il y aurait lieu d'ajouter plus de 150 travailleurs hautement spécialisés dans les entreprises de la région de Québec, qui œuvrent à la mise au point de produits et services. **Globalement en optique/photonique, le noyau régional actif en R&D regroupe plus de 500 spécialistes.**

En économie du savoir et au sein des régions de l'optique/photonique dans le monde, Québec possède à cet égard **UN FORT AVANTAGE**. En effet, la disponibilité d'un regroupement appréciable de travailleurs hautement qualifiés (plus de 500 personnes), qui plus est, encadrés comme ils le sont par des organisations et des ressources vouées à la R&D, est une denrée des plus rares en économie de l'information. C'est le cas, plus particulièrement, pour un domaine technologique et industriel aussi émergent et effervescent que l'optique/photonique.

1.4.2.3 Données consolidées sur les principaux acteurs de l'industrie

Un ensemble industriel régional d'environ 1 500 personnes et en très forte croissance

En 1999, globalement, le noyau industriel des entreprises et centres de l'optique/photonique de la région de Québec regroupe près de 1 500 personnes. De ce nombre, près de 1 200 travaillent directement dans le domaine. Au plan des chiffres d'affaires globaux consolidés, en 1999, l'industrie de Québec, entreprises et centres de recherche, totalise 146 millions de dollars d'activités.

Tableau 6-13 Nombres d'employés et chiffres d'affaires totaux de l'industrie

	Nombre d'employés		C.A. et budgets	
	Total	Seulement en opt./photon.	Total	Seulement en opt./photon.
Entreprises	853	764	128,15	114,35
Centres de recherche	591	366	56,85	31,85
TOTAL	1 444	1 130	185,00	146,2
% Entreprises	59 %	68 %	69 %	78 %
% Centres de recherche	41 %	32 %	31 %	22 %

Données 1999

Une très forte croissance

En 1994, on y dénombrait un peu plus de 600⁸ employés. Au printemps de 1999, on en totalisait 1 130, soit, une augmentation de près 100 %⁹ en 5 ans. La progression est encore plus spectaculaire pour les entreprises, puisqu'on passe d'à peine 300 employés en 1994, à presque 764 employés en 1999, soit une augmentation de 155 %. Qualitativement et numériquement, l'industrie est en forte croissance.

Qualitativement et numériquement, l'activité de l'industrie est en forte croissance, plus de 20 % en moyenne par année.

1.4.2.4 L'enseignement spécialisé en optique/photonique dans la région

La région de l'optique/photonique de Québec¹⁰ compte quatre institutions qui offrent des formations spécialisées dans le domaine : l'Université Laval, les collèges de La Pocatière et de Limoilou, ainsi que, dans une spécialité pointue, le Cégep de Lévis-Lauzon.

A) LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE (FSG) DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

L'université Laval est un acteur majeur dans l'émergence à Québec d'une société du savoir et de l'innovation. Cependant, son envergure et son influence dépassent les frontières de la région. D'après le Conseil de la science et de la technologie du Québec, " deux grands ordres de préoccupations devraient marquer la politique des universités, les programmes de formation et la recherche universitaire. " ¹¹ En effet, autant la formation d'une main-d'œuvre hautement spécialisée que la recherche fondamentale sont parmi les facteurs cruciaux du passage réussi à la prospérité de la nouvelle économie.

L'Université Laval, par sa **Faculté des sciences et de génie (FSG)**, offre divers programmes d'enseignement en science et en ingénierie. Aucun de ces programmes n'est spécialisé en optique/photonique comme tel. Les plus pertinents à l'optique/photonique sont : la physique, le génie électrique, le génie informatique, le génie mécanique et le génie physique. Les diplômés issus des programmes de la FSG sont très demandés par l'industrie de l'optique/photonique d'ici et de l'extérieur de la région, au Québec, au Canada et à l'étranger.

Variation du nombre de diplômés dans certains programmes

Selon les données reproduites à l'Annexe 10-x de cette section, dans l'ensemble, le nombre de diplômés du baccalauréat et de la maîtrise de la FSG est en diminution depuis peu. Au doctorat, la tendance des inscriptions est à la baisse

⁸ Les cahiers du GRAPPE, optique-photonique, novembre 1994, page 11.

⁹ Taux de croissance basé sur le nombre d'employés travaillant directement en optique/photonique.

¹⁰ Bien que La Pocatière soit située à l'extérieur des limites territoriales retenues pour la grande région de l'optique/photonique de Québec, comme chef de file collégial de cet enseignement spécialisé au Québec, par les liens " historiques " avec l'Université Laval de ses enseignants et du fait que ses diplômés y sont pour beaucoup d'entre eux engagés par l'industrie de Québec, son Collège est intégré à cette étude.

¹¹ CSTQ, Gouvernement du Québec, 1998, <http://www.cst.gouv.qc.ca/rUnivInnov.html>.

en 99, bien qu'il y ait eu une légère augmentation du nombre de diplômés ces dernières années, résultat d'inscriptions plus élevées lors des années précédentes.

B) LES COLLÈGES

Dans la région, trois collèges offrent des programmes de formation spécialisée en physique et en optique/photonique. Il s'agit du Collège de La Pocatière et du Collège de Limoilou, alors que le Cégep de Lévis-Lauzon enseigne certaines disciplines en optique/photonique au sein de sa formation spécialisée offerte en robotique (vision informatisée, laser, etc.), en plus d'abriter un centre spécialisé en développement de la robotique.

Deux types de diplômes sont offerts par les collèges : le **DEC** (Diplôme d'enseignement collégial) et l'**AEC** (Attestation d'étude collégiale). La formation menant à une AEC dure un an. Elle se concentre sur les matières techniques du DEC. Les AEC offertes par les collèges publics sont financées en partie par Emploi Québec. Le portrait des étudiants inscrits dans la filière AEC est variable. Notons que plusieurs d'entre eux disposent d'un DEC ou même d'une formation universitaire dans un autre domaine.

Face à des demandes pointues des entreprises, sont également organisés des programmes de formation sur mesure de courte durée du même type, mais non crédités (comme l'a fait le Collège de Limoilou en 1998).

Le Collège de La Pocatière

Ce Collège offre des programmes multidisciplinaires en divers domaines. Il est le chef de file des programmes collégiaux d'enseignement en physique au Québec. Au total, 9 programmes d'études techniques dont celui des techniques physiques (**lequel intègre l'optique/photonique**), et 4 programmes d'études pré-universitaires sont offerts aux étudiants qui détiennent un diplôme d'études secondaires. Environ 70 % des étudiants de l'enseignement régulier du Collège sont inscrits dans des programmes techniques. Pour dispenser les cours en techniques physiques, l'équipe d'enseignants est composée de 12 professeurs. Cette équipe accueille une quarantaine d'élèves chaque année. **Elle est en mesure d'absorber une augmentation du nombre d'élèves de plus de 50 % pour les prochaines années.**

En formation continue, le Collège est autorisé à offrir aux adultes des attestations d'études collégiales (AEC) dans une quinzaine de programmes, incluant celui des techniques physiques. Il offre également de la formation sur mesure pour les entreprises. Un programme du genre a été complété en 1998 pour le compte d'une entreprise en optique/photonique de Québec. Pour ce faire, les professeurs du Collège se sont déplacés à Québec et ont dispensé leur cours dans l'enceinte et avec les équipements de l'entreprise.

Tableau 7-14 Évolution du nombre d'étudiants et des diplômés de 1996 à 2001 du Collège de La Pocatière

	96-97	97-98	98-99	99-2000	2000-01*	2001-02*
DEC physique						
Nombre d'étudiants inscrits**	116	121	100	120	140	158
Nombre de diplômés	21	19	15	28	32	37
Nombre de professeurs***	10	10	10	10	12	12
AEC physique						
Nombre d'étudiants inscrits		16	15	ND	ND	
Nombre de diplômés			10	ND	ND	

Source : Données 1999, Collège de La Pocatière.

Notes :

* Prévisions.

** Le programme dure 3 ans. Pour estimer approximativement le nombre d'étudiants par année d'étude, il faut donc diviser les totaux annuels environ par 3.

*** En équivalence de charges de cours annuelles.

Ces dernières années la tendance des étudiants obtenant un DEC du Collège, montre qu'environ 25 % d'entre eux poursuivent leurs études à l'université et que **75 %** vont directement sur le marché du travail, beaucoup vers la région de Québec.

Le Collège de Limoilou

En partenariat avec Emploi Québec et des entreprises de la région, la Direction des services aux adultes du Collège de Limoilou offre, depuis mars 98, un programme non crédité de type AEC en optique/photonique. Le Collège prévoit que ce programme sera accrédité à l'automne 1999. D'autre part, des démarches ont été entreprises pour la mise sur pied d'un enseignement collégial complet menant à un DEC en optique/photonique. À ce jour sur 13 finissants ayant complété leur formation AEC en optique/photonique, 9 travaillent dans la région. Les 4 autres ont trouvé un emploi dans la région de Montréal. Le programme actuel regroupe 15 étudiants, alors que le Collège prévoit 2 groupes de 15 étudiants pour 1999-2000. Pour l'année 98-99, l'équipe enseignante était composée de 5 professeurs spécialisés, dont 3 issus du milieu professionnel.

Tableau 8-15 Évolution du nombre d'étudiants et des diplômés de 1996 à 2001 du Collège de Limoilou

	Mars 1998	Décembre 1999	Novembre* 2000	Mars* 2001
AEC				
Nombre d'étudiants inscrits	15	16	16	16
Nombre de diplômés	14	-	-	-
Nombre de professeurs	5	-	-	-

Données 1999, Collège de Limoilou; * Prévisions.

Le Cégep de Lévis-Lauzon

Le Cégep offre 5 programmes au secteur pré-universitaire et 15 programmes au secteur technique, dont un en électrodynamique. De plus le Cégep dispose d'un Centre spécialisé de robotique (CSR) dédié à l'informatique industrielle, plus spécifiquement : en développement de systèmes intégrant le contrôle et la commande des équipements de production, la robotisation des opérations et enfin la vision industrielle pour la mesure et l'inspection des produits.¹²

Une capacité de formation collégiale spécialisée en optique/photonique en augmentation

Constatant que les prévisions d'emplois dans le domaine sont partout à la hausse, les collèges de la région qui offrent des enseignements spécialisés en optique/photonique, prévoient doubler leurs effectifs au cours des prochaines années. Cela dans le but de répondre à une demande accrue du marché du travail pour des emplois moyennement qualifiés dans ce domaine. Cependant, pour susciter davantage d'inscriptions en science, ils sont conscients qu'une action doit être menée afin de sensibiliser les jeunes des écoles secondaires pour qu'ils s'inscrivent dans ces programmes.

Enfin, aux données d'ensemble de l'industrie, c'est un groupe d'environ 60 " spécialistes " (enseignants et diplômés de niveau collégial) de plus en optique/photonique. Nombre que l'on doit ajouter au Tableau 6-x précédent qui, pour 1999, mesure l'effectif total des personnes qui œuvrent **directement dans le domaine** dans la grande région de Québec. **Ce qui en porte le total global à près de 1 200 personnes.**

¹² SPEQM, 1999, Fiches descriptives " Technologies de l'information ".

1.4.3 Les forces et les faiblesses de la région en optique/photonique

1.4.3.1 Les forces

Au moment même où l'industrie prend son envol, à maints égards, la région de Québec est privilégiée concernant l'optique/photonique.

a) La présence de trois centres de recherche performants :

- Le CRDV, qui en plus de ses activités de recherche, favorise les transferts technologiques vers l'industrie et dispose de chercheurs renommés.
- L'INO, centre de recherche en interaction directe avec les besoins de l'industrie, qui favorise les transferts technologiques et l'essaimage, produit et met au point des prototypes.
- Le COPL, qui, en plus de sa pépinière de diplômés, dispose de chercheurs particulièrement renommés en optique, photonique et laser; de plus, le COPL cherche et développe les technologies de demain par des travaux axés sur le long terme.

b) La création récente de l'ICIP, l'Institut canadien pour les innovations en photonique, inscrit au sein du **Réseau des centres d'excellence du Canada**. La coordination administrative et scientifique de la centaine des meilleurs chercheurs canadiens en photonique de l'ICIP, provenant de 40 entreprises, de 22 universités et d'une dizaine de centres de recherche gouvernementaux, a été confiée à l'Université Laval, en relation avec la direction du COPL. En matière d'optique/photonique, cela rehausse le rôle de chef de file canadien de l'enseignement supérieur et de la recherche en science et génie de l'Université Laval.

c) Des institutions d'enseignement universitaires et collégiales qui préparent une main-d'œuvre hautement et moyennement qualifiée en optique/photonique garante d'une partie de la croissance économique future de la région. Il s'agit de **la ressource la plus déterminante pour la création, le développement et l'attraction d'entreprises en ce domaine dans la région**. Pour croître, la proximité de l'Université Laval et des collèges offrant un enseignement spécialisé en optique/photonique est un atout majeur sur lequel peut compter l'industrie de Québec.

d) Un noyau de 15 entreprises en forte croissance, dont certaines, actives dans des secteurs de l'optique/photonique de pointe, font l'objet d'une notoriété internationale dans leur sphère d'activités industrielles.

e) Une volonté industrielle de concertation régionale élargie que révèle la mise sur pied récente du GOPQ, Groupe optique-photonique (Québec). Le GOPQ s'inscrit dans le réseau nord-américain de " clusters " régionaux en optique/photonique. À l'échelon de la région, il regroupe des représentants d'entreprises, de centres de recherche, d'organismes régionaux et gouvernementaux et d'institutions d'enseignement intéressés par l'industrie.

f) Plusieurs organismes de concertation et de soutien en haute technologie de la Technorégion, qui sont en mesure d'épauler le développement régional de l'industrie tel que : par exemple, l'événement de promotion et de réseautage Opto-Contact qu'organise bi-annuellement la SPEQM, l'accueil et l'assistance à l'établissement de nouvelles entreprises fournis par le Parc technologique du Québec métropolitain, les rencontres du GATIQ et des chambres de commerce, des activités tournées vers le commerce international, etc.

g) La présence d'instances et d'organismes gouvernementaux ou parapublics québécois et canadiens, qui offrent un soutien diversifié à l'industrie par divers programmes et mesures spécifiques : collaboration directe dans divers projets de promotion avec l'industrie; plusieurs mesures fiscales en R&D et en main-d'œuvre, dont l'annonce récente par le ministère des Finances d'un ensemble de mesures spécifiques pour l'industrie de la région de Québec; programmes d'aides à l'exportation; financement, etc. Parmi ces instances et organismes, citons, pour le Québec, plusieurs institutions publiques et parapubliques de financement (Innovatech, SGF, Investissement-Québec, la Caisse de dépôts) ; Emploi Québec; plusieurs ministères dont ceux de l'Industrie et du Commerce le (MIC), des Régions (MR), des Finances (MF), de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MRST), de la Culture et des Communications (par exemple : le Musée de la civilisation, le multimédia et les arts et technologie), etc. En ce qui concerne le gouvernement du Canada, en plus du CRDV et de son rôle auprès de l'INO, on retrouve : la présence de services et programmes de l'Agence de développement économique du Canada; l'ensemble des initiatives, programmes et services d'information d'Industrie Canada; l'action de soutien en recherche du CNRC; etc.

h) Différents projets associés à l'optique/photonique tels que : l'idée de la création d'une " École d'optique " à l'Université Laval, le banc d'essai Synapse en télécommunications optiques à haute vitesse, le laboratoire de métrologie, la collaboration potentielle en formation avec l'Institut International des Télécommunications, la conception et l'organisation envisagées d'une importante exposition par le Musée de la Civilisation sur le thème de la lumière, etc. (voir les annexes correspondantes).

i) **La qualité de vie de la région** constitue une raison d'attraction et de rétention tant pour les chercheurs que pour les entreprises; un coût de la vie inférieur à maintes autres régions de l'optique/photonique nord-américaine; des équipements scolaires, hospitaliers et de transport de bonne qualité; des activités culturelles; l'accès facile à une nature environnante vivifiante et, enfin, le site patrimonial unique de la vieille ville de Québec.

En résumé, les forces de la région consistent en :

- la présence de trois centres de recherche performants, lieux de haut savoir;
- la création récente de l'Institut canadien pour les innovations en photonique (ICIP);
- des institutions d'enseignement universitaires et collégiales;
- un noyau de 15 entreprises en forte croissance;
- une volonté industrielle de concertation régionale élargie;
- une intention concrète de soutien du gouvernement du Québec : programme fiscal et financier de soutien spécifique au projet régional de Cité de l'Optique, etc.;
- plusieurs organismes d'accompagnement en haute technologie de la Technorégion;
- la présence d'instances et d'organismes gouvernementaux québécois et canadiens et de mesures fiscales attractives en R&D;
- différentes initiatives régionales associées à l'optique/photonique, dont la " grappe " Groupe optique-photonique (Québec), GOPQ;
- la qualité de vie de la région.

1.4.3.2 Les faiblesses

Cette partie de l'analyse est plus détaillée que la précédente qui portait sur les forces de l'industrie. En effet, il est plus facile de contribuer à consolider ce qui va bien, alors que d'agir sur ce qui va moins bien exige une plus grande attention, donc des informations et interprétations plus fines. C'est ainsi que préfigurant la Partie III de ce rapport, cette sous-section de cette étude introduit des premières pistes d'action.

a) Pénurie de main-d'œuvre spécialisée APPRÉHENDÉE À TERME, manque de candidats bien formés et manque de programmes de formation pointue appropriée aux besoins de l'industrie

À court terme, force est de constater que la croissance importante¹³ en cours de l'industrie dans la région pourrait entraîner un manque de main-d'œuvre spécialisée. À cet égard, en faisant abstraction de la venue subite d'une entreprise majeure, cette croissance n'est pas vraiment menacée pour l'instant, surtout en ce qui concerne les moyennes et " grandes " entreprises. Cependant, il n'en est pas de même pour les petites entreprises dont certaines, jusqu'à un certain point, ne peuvent soutenir la concurrence des plus grandes aux plans des conditions de travail et de salaire. À ce sujet, les principaux intervenants industriels et des milieux concernés de l'enseignement sont alertés. Si les prévisions de croissance se concrétisent, des mesures sont déjà considérées pour remédier à cette pénurie de main-d'œuvre spécialisée appréhendée. L'équilibre entre l'offre (formation) et la demande (entreprises et centres) est possible.

Trois facteurs principaux expliquent cette pénurie appréhendée de main-d'œuvre :

- la faible croissance des inscriptions dans les programmes de formation scientifique (collégiaux et universitaires - voir les tableaux 5-x et 6-x et l'annexe 1-x);
- la croissance de la demande de main-d'œuvre spécialisée des entreprises de la région (voir le tableau 7-x) et aussi de l'extérieur (Montréal et Ottawa, principalement);
- l'exode des diplômés hautement spécialisés (voir le tableau 9-x et le graphique 1-x).

¹³ Des négociations sont en cours avec quelques entreprises de l'optique/photonique de l'extérieur de la région pour l'établissement d'unités industrielles du domaine dans la région, dont une, majeure. C'est dans le cadre de la réalisation possible d'un projet important que cette pénurie " dite " APPRÉHENDÉE prend tout son sens.

Le manque de diplômés hautement qualifiés n'est pas encore réalité, mais pourrait le devenir à court terme.

- Ainsi, certaines entreprises font déjà remarquer le besoin d'ingénieurs spécialisés en certaines disciplines de l'optique/photonique et l'absence de ce type de formation dans la région.
- D'autres mentionnent aussi la rareté des finissants en génie physique. De même, plusieurs soulignent un besoin de compétences de haut niveau en gestion et en commercialisation spécialisée en marketing international.

D'autre part, on signale que la sensibilisation en science et spécifiquement en optique/photonique, auprès des jeunes étudiants de niveau secondaire est primordiale afin d'assurer la relève. Déjà aujourd'hui, un désintérêt des jeunes vis-à-vis des sciences et une diminution du nombre d'inscriptions dans ces filières de formation ont été constatés dans la région, comme aussi dans maints autres pays de l'OCDE.

Eu égard à l'importance de cette problématique de la main-d'œuvre et de la formation concomitante, une analyse plus approfondie fût menée sur celle-ci.

Estimés prévisionnels des besoins de main-d'œuvre pour les deux ans à venir

Comme le fait remarquer le Conseil de la Science et de la Technologie¹⁴ " il est difficile d'identifier avec précision les besoins de main-d'œuvre scientifique ou technique, aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif. "

Les résultats d'un questionnaire envoyé aux entreprises et centres de recherche de la région montrent un besoin de recrutement de main-d'œuvre accru pour les deux prochaines années (voir tableau 9-16 suivant, élaboré sur la base des réponses au questionnaire complémentaire : **Quelles sont vos prévisions de recrutement pour les deux prochaines années ?**

Tableau 9-16 Croissance prévue des besoins de main-d'œuvre des entreprises et centres de recherche existants et type de compétences désirées – sur 2 ans

	Croissance prévue	Doctorat	Maîtrise	Bac.	DEC	AEC	Étrangers*	Aucun diplôme
Total = 570	56 %	42	74	203	130	58	34	29
Répartition moyenne**		12 %	14 %	32 %	21 %	10 %	4 %	7 %

* Étrangers : main-d'œuvre hautement spécialisée (ex : chercheurs, doctorats etc.).

** Cette répartition moyenne est estimée sur la base des réponses identifiant le nombre d'employés requis selon le type de diplôme dans les entreprises et deux des centres de recherche (INO et CRDV). À titre d'exemple : certains d'entre eux prévoient embaucher 5 % de doctorats sur le total de leurs prévisions, tandis que d'autres dépassent les 20 %.

Produit d'après un autre questionnaire envoyé aux établissements de l'optique/photonique de la région, l'encadré suivant porte sur le type et le niveau de formation recherchée (annexe 2-x). L'information de cet encadré permet de mesurer la répartition de la demande en diplômés selon différentes disciplines de la science et du génie concernant l'optique/photonique et cela, aux niveaux doctorat, maîtrise, baccalauréat et collégial.

Les disciplines les plus citées¹⁵ par les douze répondants au questionnaire, selon le type de diplôme :

Doctorat :	58 % en physique / photonique 25 % en génie électrique
Maîtrise :	25 % en optique 25 % en physique / photonique 25 % en génie électrique
Baccalauréat :	50 % en génie électrique 42 % en génie informatique

¹⁴ Des formations pour une société de l'innovation, 2 juillet 1998, gouvernement du Québec, <http://www.cst.gouv.qc.ca/rForm.html>

¹⁵ Voir les données détaillées à l'annexe 11-x.

	42 % en marketing 25 % en génie physique 25 % en physique
DEC :	50 % en photonique 33 % en informatique
AEC* :	50 % en photonique
Étrangers :	25 % des répondants ont l'intention de recruter des étrangers. À ce sujet, une action spécifique en matière de facilitation des démarches d'immigration est à considérer.

* Note : Les répondants avaient plusieurs choix de réponses. Les résultats doivent être interprétés de la façon suivante : par exemple, 50 % des répondants prévoient embaucher des diplômés AEC en optique/photonique.

En plus de la **forte croissance de l'industrie existante**, en supposant la **création d'une moyenne de trois nouvelles entreprises par année** et, en considérant **la venue dans la région d'entreprises extérieures**, on peut considérer un **scénario** prévisionnel global sur les deux prochaines années. Ce qu'illustre le Tableau 10-17 suivant.

Tableau 10-17 Croissance estimée des besoins globaux à court terme (2 ans) de main-d'œuvre dans la région

	TOTAL	Doctorat	Maîtrise	Bac.	DEC	AEC	Étrangers*	Aucun
Diplôme Entreprises existantes N. = 15	570	42	74	203	130	58	34	29
Création d'entreprises N. = 3 par an*	42	3	3	12	10	10	2	2
Arrivée d'entreprises externes** N. = 2	800	18	26	74	25	147	10	500
TOTAL	1 412	63	103	289	165	215	46	531

* Pour le type d'employés requis pour les 3 nouvelles entreprises par an prévues, reportées sur 2 ans d'activité, les données disponibles sur les entreprises en démarrage de la région ont servi de base.

** Pour les deux nouvelles entreprises externes prévues, sur 2 ans, l'estimation est d'un minimum d'environ 800 nouveaux emplois créés. Pour la répartition du type de diplômés, ces entreprises pourraient recruter une partie de leur main-d'œuvre au niveau du DEC et AEC. De plus, étant donné que leurs procédés de fabrication industrialisés devraient être plus standardisés, elles peuvent embaucher beaucoup de non diplômés à "entraîner" rapidement dans le domaine. Elles vont donc requérir des compétences moins qualifiées pour accomplir des tâches plus répétitives.

Les résultats fournis par le tableau peuvent surprendre par le fait que le nombre d'emploi total actuel de l'industrie de l'optique/photonique de Québec pourrait **doubler d'ici deux ans**. La validité prévisionnelle de ce scénario montrant cette très forte croissance des besoins globaux de main-d'œuvre dans la région repose sur les éléments suivants :

- les réponses apportées aux divers questionnaires remplis par les entreprises et centres de la région,
- le traitement général d'informations, de données, de faits (notamment, un projet majeur d'un nouvel établissement industriel) et d'observations recueillis lors des rencontres effectuées dans la région et à l'extérieur,
- ainsi que les divers travaux d'analyse experte de l'équipe de travail.

Au total, selon ce scénario, si la croissance prévisionnelle se réalise sur les deux prochaines années, on peut estimer la demande globale de main-d'œuvre à l'intérieur d'une fourchette variant entre 612 (570 + 42) et un total de 1 412 nouveaux emplois. Selon l'estimé le plus élevé, cela signifierait que la taille de l'industrie de l'optique/photonique de Québec doublerait à court terme au plan de l'emploi.

Prévision de main-d'œuvre hautement qualifiée

Selon le tableau précédent, au niveau du doctorat, la prévision de la demande serait de 63 docteurs, alors que l'Université Laval ne prévoit fournir qu'entre 25 et 30 docteurs par année (voir les annexes¹⁶ de cette section). Les entreprises recrutent également à l'extérieur de la région et, voire, à l'étranger. La différence d'embauche pour cette catégorie pourrait s'équilibrer par des compétences recrutées de l'extérieur (immigration), dont on peut estimer que plusieurs posséderont une expérience d'emploi dans leur discipline. Somme toute, ces expertises étrangères constitueront un enrichissement scientifique net pour la région.

Concernant les maîtrises, l'Université Laval fournit¹⁷ environ 70 diplômés par an en science et génie qui concernent l'optique/photonique, alors que le besoin se situerait aux alentours de 100 diplômés. Là encore, il est possible de recruter à l'extérieur de la région ou du pays. Notons aussi que le nombre d'inscription à la maîtrise tend à augmenter.

Soulignons que les diplômés de niveaux maîtrise, doctorat et post-doctorat constituent la " crème " essentielle à la vitalité de l'économie du savoir. Ce sont ces derniers qui sont le facteur générateur principal de création de connaissances et de création d'emploi. Il est donc primordial de veiller à ce que leur développement soit encouragé pour ainsi assurer le développement de l'économie régionale.

En matière de main-d'œuvre hautement qualifiée, les diplômés du **baccalauréat** sont les plus demandés. Les inscriptions tendent de leur côté à augmenter à ce niveau, mais la demande étant très forte, un manque est déjà observé. Cependant l'industrie de la région recrute également des diplômés du baccalauréat venant d'autres universités que l'Université Laval. En situation de concurrence interne et externe, la forte demande de finissants disposant d'un baccalauréat scientifique n'est pas propre à la région de Québec.

Prévision de main-d'œuvre moyennement qualifiée

Selon le scénario précédent, la pénurie appréhendée pourrait se concrétiser au niveau des **DEC** et des **AEC**. La demande y est de beaucoup supérieure à l'offre. Malgré la volonté des collèges de la région d'augmenter leurs effectifs, le problème pourrait inquiéter. Surtout qu'un des obstacles majeurs auxquels font face les collèges est le manque d'intérêt des jeunes vis-à-vis des sciences. Cependant, la filière de formation de type AEC qui est de courte durée (1 an), pourrait permettre de combler une grande partie de ce manque. D'autant plus que la conjonction des ressources des entreprises, d'Emploi Québec et des collèges, est susceptible de faciliter la mise au point de solutions " rapides " advenant un besoin " urgent " à ce niveau. Il demeure qu'il est essentiel d'envisager une action de sensibilisation et de promotion sur le potentiel et la nature des emplois en optique/photonique, orientée vers les premières années du secondaire, de même que vers les jeunes en général pour augmenter les inscriptions aux cours collégiaux menant aux DEC, de même que pour activer les solutions de perfectionnement et recyclage spécialisés.

Un facteur préoccupant : l'exode des diplômés

L'exode des diplômés apparaît **plus important** que la question du nombre d'étudiants à former. Il faut dire qu'ici joue la taille critique de l'industrie dans la région. La structure industrielle n'est pas suffisamment déployée pour embaucher " tous " les diplômés actuels. En effet, en fonction du recrutement d'une main-d'œuvre qualifiée au sein d'une concurrence mondiale sans merci dans le domaine, pour les PME qui constituent la catégorie la plus nombreuse du noyau d'entreprises de la région, il leur est difficile de faire face à cette situation. D'après des témoignages d'étudiants, un diplômé du niveau baccalauréat qui quitte Québec pour occuper en Ontario un poste comparable à ce qu'on lui offre dans la région, **obtient un revenu de 10 000 \$ de plus par année**. De plus, pour eux, les **perspectives de carrière** dans des entreprises dynamiques et à forte notoriété sont parfois meilleures.

¹⁶ ANNEXE 10-x : Évolution du nombre d'étudiants et des diplômés à la FSG de 1996 à 1999 (FSG).

¹⁷ Idem.

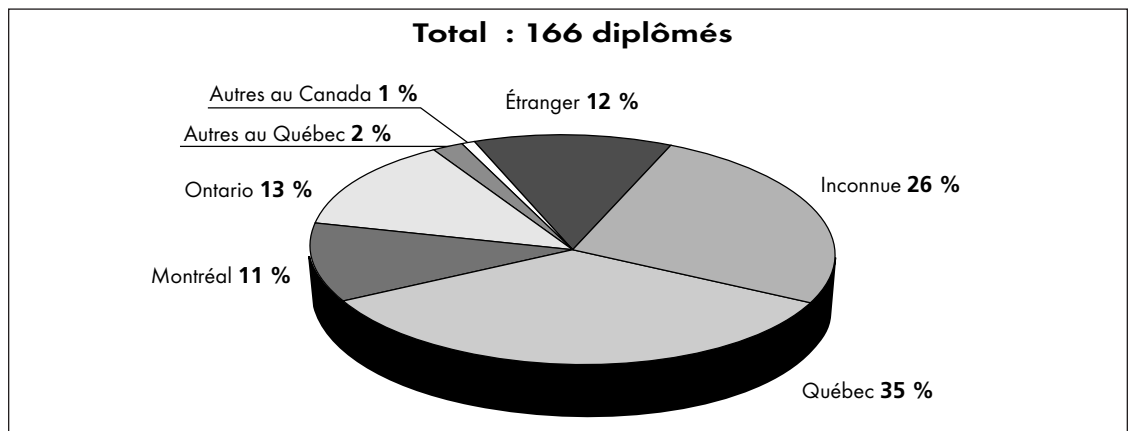
Il importe de trouver des solutions permettant de retenir les diplômés pour lesquels la région a investi, en leur proposant des postes, des carrières et des conditions de travail attrayantes. Les témoignages recueillis démontrent que la main-d'œuvre hautement qualifiée de la région est difficile à délocaliser lorsque qu'elle jouit de conditions de travail raisonnables.

Certaines sources estiment que l'exode des cerveaux au Canada a augmenté de 20 % depuis un an¹⁸. De plus, " un sondage effectué par la firme de consultation en ressources humaines Personnel Systems, en collaboration avec le cabinet de relations publiques National, nous apprend que près de 80 % des étudiants universitaires canadiens en informatique et en génie sont prêts et souvent très motivés à accepter un emploi aux États-Unis... Et que les entreprises canadiennes sous-estiment la motivation des étudiants à accepter un emploi aux États-Unis. "¹⁹

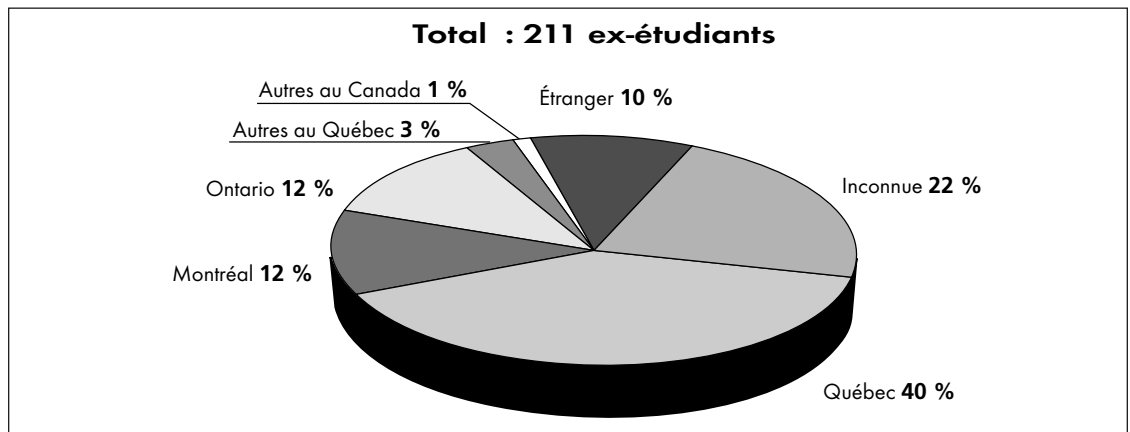
Face à ce phénomène préoccupant, dans le cadre d'élaboration de ce profil, une analyse particulière a été effectuée pour retracer, **sur les dix dernières années**, les ex-étudiants et diplômés ayant réalisé leurs études en maîtrise et en doctorat dans le cadre du COPL. Pour l'essentiel, cette analyse a constitué **en une identification simple des localisation des régions actuelles de travail des ex-étudiants (211) et des diplômés (166) dont le COPL a conservé la trace**. Environ 75 % des ex-étudiants et gradués du COPL, au cours des dix dernières années ont été retracés. Suivent le tableau 11-x qui détaille les données de l'analyse et les graphiques 2-x et 3-x qui en présentent les résultats généraux.

Deux commentaires méthodologiques s'imposent. Les diplômés du COPL ne constituent qu'un **échantillon** d'environ 20 % du total des diplômés de l'ensemble des programmes de la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval. D'autre part, on note une différence de données entre le 1^{er} et le 2^e graphique ci-contre. Le 1^{er} ne comprend que les **diplômés**, tandis que le 2^e inclut aussi des **étudiants** qui ont quitté le COPL avant d'obtenir leur diplôme final. Tous détenant donc un baccalauréat. Certains ont laissé leurs études avant l'obtention d'une maîtrise, d'autres avant de compléter leur doctorat.

Graphique 2-8 Destination d'emploi de tous les diplômés du COPL – 1989-1998



Graphique 3-9 Destination des ex-étudiants des 2e et 3e cycles du COPL – 1989-1998



¹⁸ Radio Canada, 22 juillet 1998, <http://radio-Canada.ca/nouvelles/13/13574.htm>

¹⁹ Le site Bénéfice.net, 10 février 1999, <http://199.84.182.222/nouvelles/99-02/03-153303.html>

Selon le graphique 3-x précédent, 55 % des ex-étudiants du COPL auraient trouvé de l'emploi au Québec pendant la période considérée, dont 40 % dans la région de Québec même. Les diplômés seraient tendanciellement plus enclins à se diriger vers l'étranger, présumément vers les États-Unis. Le portrait plus détaillé que livre le tableau 11-x suivant, indique qu'il y aurait une tendance forte à ce que de plus en plus de diplômés hautement qualifiés quittent la région.

Tableau 11-18 Évolution en pourcentage de la destination des diplômés de deuxième et troisième cycle du COPL sur les 10 dernières années (voir le détail selon les 1er et 2e cycles à l'annexe 12-x)

Année	Québec	Montréal	Autres au Québec	Ontario	Autres au Canada	Étranger	Inconnue*	Total diplômés
1989	58 %	16 %	5 %	0 %	0 %	11 %	11 %	19
1990	33 %	13 %	4 %	8 %	4 %	8 %	33 %	24
1991	31 %	6 %	0 %	6 %	0 %	6 %	50 %	16
1992	27 %	18 %	0 %	9 %	5 %	14 %	32 %	22
1993	36 %	0 %	0 %	21 %	0 %	14 %	29 %	14
1994	53 %	11 %	0 %	5 %	0 %	0 %	32 %	19
1995	44 %	6 %	0 %	19 %	0 %	6 %	25 %	16
1996	18 %	18 %	6 %	18 %	0 %	29 %	12 %	17
1997	31 %	8 %	0 %	31 %	0 %	23 %	8 %	13
1998	17 %	17 %	0 %	33 %	0 %	17 %	17 %	6

- La destination de certains diplômés est inconnue. On peut supposer qu'une bonne partie de ces diplômés a quitté la région, puisqu'ils n'ont pu être retracés. **Le total de cette catégorie pourrait être réparti proportionnellement entre les catégories autres que celle de Québec, augmentant le pourcentage global de la mesure de " l'exode ".**

La proportion des ex-étudiants et des hauts diplômés qui restent dans la région tend à fortement diminuer, excepté pour les diplômés de l'année 1994 alors que 53 % d'entre eux sont restés dans la région. Cette proportion est passée de 58 % en 1989 à 17 % en 1998.

- C'est vers l'Ontario que partent de plus en plus de diplômés.
- La proportion de ceux d'entre eux qui quitte le pays (États-Unis, Amérique Centrale et du Sud, Europe et Afrique) tendrait aussi à s'accroître, et ce, surtout depuis 1996.

D'après ces données sur dix ans, si cette tendance à " l'exode " se maintient (d'au moins 78 % en moyenne pour les trois dernières années), il pourrait s'agir d'une véritable hémorragie du haut savoir de la région dans ce domaine, une des clés de voûte de sa prospérité future en optique/photonique.

b) Une faible taille critique du nombre et de la dimension des entreprises

Avec les 15 entreprises actives en optique/photonique, sur ce plan, la masse critique régionale de l'industrie est faible comparée à d'autres régions dans le monde (Tucson, Richardson, San Jose, Ottawa, etc.). Cette référence partielle aux autres régions de l'optique/photonique nord-américaines est des plus pertinentes, car si les entreprises ont localement pied dans la région, les marchés de l'optique/photonique sont essentiellement de nature mondiale. C'est donc à l'aune du global qu'il faut les comparer. À cet égard, la sous-section précédente 1.4.2.1 concluait à la fragilité relative actuelle du petit regroupement et de la taille des entreprises existantes, malgré leur dynamisme et leur qualité intrinsèque respective. Ainsi, les savoirs et produits innovateurs issus des centres de recherche et de formation de la région ne représentent que " peu de valeur " s'ils ne prennent pas les chemins des marchés mondiaux en optique/photonique par l'entremise d'entreprises en mesure de les adapter, de les reproduire et de les commercialiser. D'emblée, **contribuer à augmenter en quantité et en qualité la composante entrepreneuriale du système industriel de l'optique/photonique de la région doit constituer LA RAISON D'ÊTRE PRIMORDIALE ET TRANSVERSALE DU PROJET D'ÉDIFICATION D'ENSEMBLE DE LA CITÉ PROJETÉE.**

Lorsque des nouveaux entrepreneurs en haute technologie se lancent en affaires, beaucoup se préoccupent essentiellement de la conception et de l'efficacité de leurs produits et, peu mettent la commercialisation en tête de leur projet d'entreprises, et cela, surtout en ce qui concerne le marketing international. Une commercialisation réussie à l'échelon mondial est le facteur clé de croissance qui, en optique/photonique, peut être qualifiée " d'exponentielle " pour certains secteurs, notamment en télécommunications optiques. Ce n'est pas un trait spécifique aux jeunes entreprises de l'optique/photonique de la région. Il s'agit d'un trait généralisé à tous les domaines et régions de haute technologie dans le monde. Les entreprises et centres de recherche de la région disposent, pour certains, des produits à fort potentiel, mais ceux-ci risquent de rester " sur les tablettes " faute d'actions commerciales adéquates. Il demeure que plusieurs facteurs spécifiques à la région accentuent cette problématique. À commencer par l'unilinguisme et un manque de compétences et d'expériences ambiantes en gestion de procédés industriels et en marketing international.

Comme le démontre les exemples de la Silicon Valley, de Boston et d'Aachen évoqués précédemment, **la source la plus importante de futurs entrepreneurs se trouve à l'université et dans les centres de recherche.** Si toute aventure entrepreneuriale n'est nulle part partie facile, il demeure qu'existe dans certaines régions dans le monde des mécanismes de soutien, des ressources facilitantes et un encadrement éprouvé de " spin-off " qui manquent relativement à la région, malgré un nombre élevé d'initiatives disposées à y oeuvrer. Cependant, des lacunes dans la région en matière d'essaimage, de maîtrise d'approches dites de transfert technologique, d'accompagnement structuré de démarrage d'entreprises, font en sorte que **les chercheurs et spécialistes en optique/photonique particulièrement doués et désireux de créer leur entreprise hésitent à se lancer en affaires.** À l'avance, ils sont découragés par les obstacles dressés sur leur chemin ou par l'enlisement épuisant des dossiers préliminaires à soumettre à des organismes qui devraient, au contraire de ce qui se pratique, leur **faciliter davantage la tâche et les aider.** En fait, pour plusieurs, ces organismes sont eux-mêmes en train d'apprendre les recettes d'accompagnement réussi de démarrage d'entreprises. Actuellement, dans plusieurs cas, elles sont donc plus que prudentes qu'elles ne le devraient. **À cet égard, la région aurait intérêt à consolider des structures et développer des compétences.**

c) Rôle de l'INO et actions régionales concertées en R&D

Il y a un consensus de toute l'industrie à propos de la valeur et l'importance clé de l'INO pour la région. Les coupures budgétaires des gouvernements du Québec et du Canada ont conduit, suite à une exigence d'autofinancement accru sur une courte période, à un autofinancement de l'Institut qui atteindra bientôt 75 %. Cette situation oblige la direction de l'INO à opter pour une stratégie " agressive " de valorisation commerciale de ses capacités de recherche : contrats de recherche auprès de l'industrie, vente de prototypes et fabrication de produits. Sur les deux premiers aspects de la stratégie, afin d'accroître son autonomie d'action, la réussite de la direction actuelle de l'INO est indéniable. Elle tire de plus en plus de revenus de ses contrats de recherche et de la commercialisation sur les marchés des résultats prototypaux de ses savoir-faire technologiques. Cependant, ce faisant, des intervenants du milieu estiment que l'INO ne facilite pas suffisamment les transferts technologiques. Sur le troisième aspect, plusieurs personnes rencontrées dans l'industrie sont d'opinion que l'INO " va trop loin " et met en péril sa mission fondamentale à long terme. Mais, en une période où les gouvernements tendent à se retirer le plus possible de financement direct d'institutions de recherche du type de l'INO, il appert que l'application de cette stratégie aurait permis à l'Institut d'**assurer sa survie** et, plus encore, **favoriser son expansion actuelle.**

Selon plusieurs intervenants du milieu, les conséquences de cette stratégie appliquée, selon eux, d'une façon " trop " entrepreneuriale, seraient négatives pour la réalisation de **son rôle de soutien au développement économique en général**, voire pour la R&D même qui est au cœur de sa mission et, plus encore, pour l'aide à mieux conduire, toujours selon eux, à la création d'entreprises en optique/photonique (transferts technologiques et essaimage entrepreneurial). Ainsi, il y a même à craindre, pour certains d'entre eux, pour sa survie à long terme à titre de centre de recherche.

Plus spécifiquement, plusieurs signalent que l'INO entrerait en compétition directe (certains avancent " de façon déloyale ") avec les entreprises de l'optique/photonique de la région tout en continuant à recevoir une partie de son financement de fonds publics québécois et canadiens. Certains estiment que l'INO serait en voie d'épuiser son capital de technologies développées, en déviant peu à peu ses ressources de R&D à long terme vers des activités commerciales à court terme. **Cependant, soumis à l'analyse, ces évaluations ne sont pas démontrées par des faits significatifs. Effets de perceptions ?**

Par contre, reconnaissant la performance et le rôle historique remarquable de l'INO, **la majorité des intervenants sont prêts à soutenir une demande adressée aux gouvernements afin que le niveau souhaitable d'autofinancement de l'Institut soit abaissé.** Selon eux, les gouvernements devraient accroître au cours des prochaines années leur

financement d'appui à la recherche pré-compétitive qu'effectue l'INO en vue de développer des technologies nouvelles et d'avant-garde et accentuer son action d'intérêt public de soutien à l'économie et à l'industrie du pays et de la région, particulièrement au chapitre des transferts technologiques vers les entreprises.

En résumé, les intervenants de la région reconnaissent :

- l'importance indéniable de la présence de l'INO dans la région
- un autofinancement trop élevé exigé de l'INO, qui a pour conséquence :
 - des résultats mitigés d'essaimage;
 - une concurrence perçue vis-à-vis des entreprises de l'optique/photonique de la région;
 - la ré-affectation de ressources vers des activités " trop " commerciales au détriment de la recherche pré-compétitive.

Amélioration de la coordination des ressources régionales en R&D

Plusieurs signalent que les activités de R&D dans la région auraient tout à gagner d'une meilleure coordination des ressources entre les 3 centres et, des centres, avec les entreprises. On évalue que les entreprises et les centres de recherche pourraient mieux profiter d'une mise en synergie de leur savoir mutuel. On signale que les centres n'échangent pas comme ils le devraient avec les entreprises. Ce qui, de l'avis de certains, ne permet d'optimiser l'apport à long terme de cet important potentiel de croissance industrielle du domaine dans la région. Mais, il y a consensus pour rechercher des solutions, par l'entremise de projets concrets, à une meilleure mise en commun de certaines des fortes ressources régionales de R&D en optique/photonique.

d) Freins spécifiques à la région

Plusieurs ont fait part en entrevue de faiblesses d'ordre général, inhérente à la région

On fait observer que le grand public de la région n'est pas sensibilisé comme il le faudrait en matière d'optique/photonique. En effet, ce domaine et, plus généralement, tout ce qui a trait aux questions scientifiques et technologiques est mal connu de la population. La conséquence de cette méconnaissance, est un manque d'intérêt vis-à-vis de problématiques stratégiques qui concernent une partie de l'avenir économique de la région : l'innovation, le savoir, les technologies, etc. Et plus encore, à court terme, cela nuit à la croissance des inscriptions dans les filières scientifiques dans les écoles.

L'unilinguisme francophone dominant dans la région de Québec est aussi considéré comme un frein au développement concurrentiel mondial, puisque l'attraction de chercheurs étrangers et d'entreprises externes en optique/photonique se voit ralentie. Ce facteur est aussi un frein pour les entreprises actuelles de la région qui éprouvent de la difficulté à recruter une main-d'œuvre parfaitement bilingue, voire trilingue, en fonction de leurs activités de commercialisation internationale.

On fait part aussi du manque d'expertise et d'ouverture d'esprit face à la globalisation des marchés de la part des instances gouvernementales ou des organismes de financement. Cela aurait des conséquences négatives en ce qui concerne leur soutien aux initiatives de commercialisation internationale des entreprises.

En résumé, les faiblesses de la région concernent :

- le manque de compétences expérimentées en commercialisation internationale;
- une pénurie de main-d'œuvre spécialisée appréhendée à terme, le manque de candidats et de candidates bien formés et le manque de programmes de formation de pointe, appropriée aux besoins à court terme de l'industrie pour certaines spécialisations;
- la faible taille critique du nombre et de la dimension des entreprises;
- un manque d'actions régionales concertées en R&D;
- des freins spécifiques à la région (lacunes en encadrement et accompagnement d'entreprises relatives au contexte de la Technorégion, unilinguisme, manque de sensibilisation du grand public et des décideurs en matière d'optique/photonique, etc.).

Synthèse de l'analyse des forces et faiblesses

En guise de synthèse des forces et faiblesses identifiées par l'industrie, il ressort que la région de Québec est dotée d'un potentiel industriel dynamique et fort prometteur en matière d'optique/photonique. En effet, considérant que le haut savoir est une des clés de la nouvelle économie, avec un centre de formation de haut calibre comme l'Université Laval, des chercheurs renommés et des centres de recherche qui le sont tout autant, la région est pourvue de lieux majeurs de développement de " matière grise " et cela, même au niveau collégial. Ces chercheurs et centres de recherche sont en mesure de concevoir des produits et systèmes. Par contre, la masse critique d'entreprises en mesure d'adapter les percées technologiques, de produire et commercialiser est faible. Il s'ensuit que la vitalité du système industriel en optique/photonique de Québec est réduite même si, ces dernières années sur ce plan, la région a eu tendance à se dynamiser. Considérant la croissance fulgurante que connaissent certains des marchés globaux de l'optique/photonique dans le monde, l'industrie de Québec se doit d'accélérer le pas elle aussi en agissant sur ses atouts à renforcer et ses faiblesses à ajuster.

1.4.5 Synthèse descriptive des constats et énoncés du milieu

En fonction du cadre de solution qu'offre la Cité projetée, la section suivante énumère un certain nombre de besoins et problèmes spécifiques portés à l'attention de l'équipe de travail par l'industrie, de même que certaines recommandations et projets.

1.4.5.1 Les besoins et problèmes énoncés par l'industrie

Les entrevues réalisées auprès des dirigeants de l'industrie de la région ont permis d'identifier une problématique générale de développement de l'industrie. Les situations, besoins et attentes varient sensiblement d'une organisation à une autre, en fonction de leur stade de développement et/ou de leur secteur spécifique d'activités. En ce qui a trait à la Cité de l'optique projetée, tous soutiennent l'idée avec un intérêt engagé. Cet engagement s'est concrétisé par la participation très active de ses dirigeants aux travaux d'édification du projet.

Pour une majorité de répondants rencontrés, les problèmes les plus préoccupants sont, en ordre d'importance :

- **les ressources humaines**, avec une pénurie appréhendée de main-d'œuvre spécialisée à différents niveaux et un exode des cerveaux qui devient de plus en plus préoccupant;
- **la commercialisation**, puisque l'industrie de l'optique/photonique exporte plus de 80 % de son chiffre d'affaires et que des lacunes majeures y sont constatées (compétences, stratégies, ressources, etc.);
- **le financement**, qui tient une place majeure en optique/photonique compte tenu du coût des investissements en équipements et du risque financier face à un secteur émergent;
- **la recherche et développement**, comme facteur déterminant de croissance des entreprises;
- **et, dans une moindre mesure, la concertation et le réseautage, industriels et régionaux, ainsi que les infrastructures et infostructures.**

A) RESSOURCES HUMAINES

Les entreprises de l'optique/photonique de la région sont pour la plupart de petites PME : 73 % d'entre elles ont moins de 50 employés. Un des principaux problèmes rencontrés par celles-ci est leur insuffisance de ressources pour faire face aux exigences de leurs employés hautement qualifiés, en matière de salaires, de perspectives de carrière, de formation, etc. Étant donné que la main-d'œuvre très spécialisée en optique/photonique est rare, sur le marché du travail, lui aussi mondialisé, la plupart des grandes entreprises extérieures (du Canada et d'ailleurs dans le monde) à la région sont en mesure d'offrir de meilleures conditions d'emploi que celles existantes dans la région. Comme pour tout autre secteur de haute technologie, sur ce plan la compétition mondiale est féroce. Non seulement la région exporte ses jeunes diplômés, mais aussi plusieurs de ses spécialistes de haut niveau. Là, la structure PME qui caractérise l'industrie de Québec est un facteur de désavantage.

Il est donc difficile pour les entreprises de trouver dans la région des compétences spécifiques et expérimentées, soit scientifiques ou soit en gestion et en commercialisation.

Les méthodes de recrutement varient d'une entreprise à l'autre. Les entreprises utilisent une variété d'approches selon le type de candidat recherché : annonces dans les journaux, stages interne, sites d'emploi sur Internet, organisations (universités, associations, organismes publics), chasseurs de tête ou références internes.

Elles ont aussi recours à Emploi Québec qui offre des services de recherche, de recrutement et d'aide à la formation de main-d'œuvre. On retrouve l'exemple d'une entreprise de la région qui avait un besoin immédiat d'une dizaine d'employés avec une formation spécifique en optique. La procédure de recrutement suivi a été la suivante :

- Emploi Québec a, par le biais d'annonces dans les journaux, recruté une cinquantaine de personnes qui ont été invitées à une séance d'information.
- Elles bénéficiaient toutes de l'assurance-emploi et étaient âgées de 18 à 35 ans.
- Sur ce nombre, environ une dizaine ont été sélectionnées par l'entreprise. Par la suite, elles ont suivi une formation spécialisée en optique de 40 semaines donnée par le Collège de La Pocatière dans les locaux mêmes de l'entreprise.

Rétention d'employés

Du fait, qu'en ce domaine, les conditions de travail et de salaire sont un facteur clés de succès pour les entreprises, l'une des principales préoccupations de tout bon entrepreneur est " d'attirer et de retenir les employés très compétents²⁰ ".

Lors d'une présentation au sujet de la rétention des ressources humaines au Rendez-vous Technologique 1999, un dirigeant de Nortech Fibronic a exposé les quatre facteurs de succès suivants : " une rémunération concurrentielle (salaire en fonction du marché et programme de bonification), la formation en entreprise, avoir de la vision, des objectifs et un plan stratégique, l'ambiance de travail - la vie sociale. "²¹ Certaines organisations en optique/photonique de la région ont adopté des mesures de rétention de leur personnel telles que : " des prêts hypothécaires, des primes de séparation (ancien employeur), service d'aide de recherche d'emploi pour le ou la conjointe, l'équipement informatique résidentiel. "²²

Plus spécifiquement, les difficultés de recrutement de l'industrie sont :

- De trouver des employés parfaitement bilingues avec un intérêt pour le domaine.
- Pour les plus petites PME, d'engager et de retenir du personnel, tout en étant confrontées à une inflation salariale qu'accentue la rareté des diplômés restant dans la région.
- D'embaucher de la main-d'œuvre étrangère spécialisée (immigration).
- De combler un manque de formation de courte durée spécialisée en optique/photonique, et ce, surtout au niveau des bacheliers et des technologues.

Insuffisance de nouveaux entrepreneurs

De l'avis de certains acteurs de la région, l'insuffisance de nouveaux entrepreneurs est associée au manque de soutien à l'entrepreneuriat dans la région étant donné les difficultés de démarrage pour toute jeune entreprise. On note également l'importance de favoriser davantage les inscriptions universitaires de 2^e et de 3^e cycle, puisque les diplômés de ce niveau sont les plus susceptibles de devenir de futurs entrepreneurs en optique/photonique.

En somme, au plan des ressources humaines, l'industrie souligne :

- Accroître le nombre et la diversité des programmes de courte durée de formation spécialisée en optique/photonique.
- Développer des programmes de formation en commercialisation de produits et services de haute technologie, et cela tant au niveau collégial qu'universitaire.
- Encourager davantage la formation de haut niveau, créatrice de savoir pour la nouvelle économie.

²⁰ Nortech Fibronic, **L'embauche en haute technologie est-elle devenue une loterie ?**, Présentation au Rendez-vous technologique 1999, le 5 mai 1999.

²¹ Idem.

²² Ibidem

- Favoriser concrètement le développement de l'entrepreneuriat dans la région.
- Soutenir financièrement les PME de la région pour leur permettre d'offrir de meilleures conditions salariales à leurs employés clés.

B) COMMERCIALISATION

En moyenne, la proportion des ventes à l'exportation des entreprises de l'optique/photonique de la région est de plus de 80 %. Inutile donc d'insister sur l'importance primordiale pour celles-ci de la commercialisation internationale. Les pays de destination de leurs exportations sont en ordre d'importance : les États-Unis, l'Asie et l'Europe.

Selon le type d'entreprises, parmi les problèmes soulevés, on retrouve :

- Le manque de connaissance en commercialisation principalement au sein des plus petites entreprises, lacune au plan des compétences à cet égard, insuffisance des budgets alloués à la commercialisation... l'un étant souvent la conséquence des autres.
- Le peu de compétences expérimentées dotées de savoirs techniques combinés à des connaissances de gestion et de commercialisation.
- Une méconnaissance et une inexpérience des marchés étrangers de la part des petites entreprises, causées : soit, par un manque de ressources suffisantes attribuées au développement des marchés, soit, par une absence d'études préalables sur les marchés visés pour un produit donné, par les difficultés d'obtention d'informations adéquates sur les marchés étrangers de l'optique/photonique.

Comme pistes de solution, les intervenants rencontrés proposent :

- Des programmes spécialisés de formation en commercialisation de courte durée (séminaires, conférences, etc.), spécifiquement conçus en fonction des marchés de l'optique/photonique.
- La mise en place de réseaux de distribution communs pour accélérer la pénétration de marchés d'exportation pour les plus petites entreprises.
- De développer des " lieux " d'information (vitrines, site Internet, catalogues, etc.) sur les marchés étrangers liés à l'optique/photonique.
- Des programmes publics améliorés de soutien à la commercialisation.

C) FINANCEMENT ET FISCALITÉ

En optique/photonique, les besoins en financement d'une entreprise sont importants dans la mesure où leurs coûts d'équipements, de main-d'œuvre qualifiée et de commercialisation internationale sont élevés. Comme le financement en ce domaine doit être en moyenne plus important que dans d'autres, l'évaluation des risques financiers par les prêteurs associés à ces investissements supérieurs est en correspondance. Par conséquent, certaines entreprises de la région ont de la difficulté à obtenir des conditions adéquates de financement. Tenant compte du taux de croissance effervescent de l'industrie, il s'agit d'un frein majeur pour les entreprises en démarrage ou en pleine phase de croissance. Cela se combine au fait que les organismes de financement manquent d'expertise dans ce domaine et, conséquemment, ont du mal à bien mesurer les risques financiers associés aux projets des entreprises en optique/photonique. On propose de sensibiliser ces dernières aux réalités technologiques et de marché des entreprises de l'optique/photonique afin de favoriser la mise au point de programmes de financement adaptés à leurs besoins particuliers.

Aussi, on souhaite que soit encouragé des partenariats, voire sous la forme de mentorat, financiers entre les entreprises établies et celles qui démarrent.

Au plan fiscal, la contribution des programmes publics en recherche et développement est très appréciée par l'industrie. Mais, on souligne qu'il n'existe pas d'équivalent pour la commercialisation, le talon d'Achille des entreprises de l'optique/photonique de la région.

D) RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Dans un contexte technologique en continuelle mutation, la poursuite d'activités de recherche et développement est un des facteurs clé de succès de toute entreprise en optique/photonique. Les aides publiques fiscales à la R&D, comme souligné ci haut, jouent un rôle d'encouragement industriel des plus positifs. On estime qu'elles doivent être maintenues.

L'une des forces industrielles de la région est la présence de centres de recherche renommés. Il y aurait lieu d'améliorer leurs contributions au développement des entreprises de la région. Cependant, sur la base de projets communs, on suggère d'instaurer davantage de partenariats de recherche, d'une part, entre les trois centres et, d'autre part entre ces derniers et les entreprises de la région. Le tableau suivant montre les résultats d'un questionnaire complémentaire portant sur la coopération actuelle en matière de recherche entre les diverses organisations de la région. Les questions étaient les suivantes :

Question 1 : *Allouez-vous des contrats de R&D à des centres de recherche ?*

Question 2 : *Recevez-vous des contrats de R&D de centres de recherche ?*

Les résultats à ces questions sont les suivants :

	CRDV	INO	COPL	Autres centres	Aucun	Sans réponse
Alloue des contrats	1	3	8	3	3	2
Reçoit des contrats	4	2	4	2	2	3

Nombre de répondants : 14

E) CONCERTATION ET RÉSEAUTAGE

La présence d'un " cluster " dans la région de Québec, le **Groupe optique-photonique (Québec), le GOPQ**, démontre la volonté de concertation entre, d'une part, les entreprises, les centres de recherche et de formation et, d'autre part, avec les autres acteurs économiques et sociaux de la région. Une telle activité se doit d'être encouragée.

Pour maximiser le potentiel (limité par la faible taille des entreprises) des ressources industrielles de la région, il est souhaité de recourir à des formules de partenariat, réseautage et sous-traitance entre les différents acteurs. Elles pourraient être étendues à des acteurs de l'extérieur de la région, voire à l'échelle mondiale.

F) SERVICES ET INFRASTRUCTURES

Face au coût élevé d'exploitation et d'équipements d'une entreprise de domaine, des infrastructures spécifiques seraient à mettre sur pied pour les entreprises en démarrage et en croissance. Il pourrait s'agir de services tels que l'enregistrement légal des produits (ex. brevets), l'implantation des normes ISO, la propriété intellectuelle etc. Ils pourraient aussi être offerts dans un centre spécialisé, doté d'équipements communs. Notons que des centres de recherche dans la région disposent d'équipements et de locaux dont les nouvelles entreprises pourraient bénéficier.

1.4.5.2 Orientations, fonctions et services de la Cité de l'optique

A) MISSION ET ORIENTATIONS DE LA CITÉ

D'après les dirigeants de l'industrie de la région, la Cité de l'optique projetée devrait avoir pour finalité première de soutenir les entreprises existantes, de contribuer à la création de nouvelles et d'œuvrer à attirer dans la région des entreprises du domaine de l'extérieur. Elle devrait permettre de coordonner les ressources des différents acteurs de la région : entreprises, centres de recherche, institutions d'enseignement et autres organismes ressources et facilitateurs. Elle pourrait favoriser l'établissement de liens industriels diversifiés avec d'autres pôles d'activités technologiques connexes à l'optique/photonique de la région (TI, géomatique, multimédia, etc.), ainsi qu'avec ceux des industries plus traditionnelles comme ceux de la forêt, du transport, de l'environnement, etc. (par exemple, pour la mise au point de procédés industriels faisant appel à l'optique/photonique).

B) LES FONCTIONS DE LA CITÉ SUGGÉRÉES PAR L'INDUSTRIE

Plusieurs fonctions et axes d'activités ont été identifiés par les intervenants rencontrés :

- commercialisation,
- formation spécialisée en technologie de l'optique/photonique, de même qu'en gestion et en commercialisation,
- accès amélioré au financement,
- suivi des mesures fiscales,
- incubation/mentorat,
- transferts de technologies en matière de R&D,
- promotion commerciale dans le monde de l'industrie de l'optique/photonique de Québec,
- interaction et concertation entre les différents acteurs régionaux, notamment en R&D,
- sensibilisation à l'optique/photonique du grand public, des décideurs régionaux et, en priorité, des jeunes.

1.4.5.3 Atouts et potentiel de la région

L'industrie de l'optique/photonique de Québec a identifié comme suit ses atouts et potentiels de développement :

- savoir : université, centres de recherche, chercheurs, etc.,
- formation : programmes diversifiés, un corps enseignant expérimenté, pépinières de main-d'œuvre hautement et moyennement qualifiée,
- recherche et développement : trois centres de recherche et activités des entreprises,
- sous-traitance : bassin de petites entreprises,
- concertation et harmonisation industrielle,
- intérêt local grandissant concernant le domaine dans un environnement technologique régional en voie de structuration,
- quelques projets : Synapse, etc.

“ Grosse tête, petites pattes ”

Sur le plan quantitatif, l'industrie de l'optique/photonique de la région de Québec est une composante majeure de la nouvelle économie régionale, avec près de 1500 personnes actives directement ou indirectement dans le domaine. Mais, comparativement²³ à d'autres régions du monde ou de l'Amérique du Nord, spécialisées dans le domaine de l'optique/photonique, elle ne dispose pas de la taille critique suffisante pour être vraiment compétitive.

Qualitativement, il en va autrement en termes de **savoir**. Certains la qualifient de **“ grosse tête avec de petites pattes ”**. Cette image illustre la proportion importante des **“ cerveaux ”** (environ 42 % de tous les emplois de l'industrie régionale), comparativement au faible nombre (15) et à la faible taille des entreprises, en majorité des **“ petites ”** PME. En effet, la présence d'un centre universitaire de formation en optique/photonique, qui abrite plusieurs chercheurs de renom, et avec trois centres de recherche et de quelques entreprises qui sont des chefs de file mondiaux dans certaines applications, la région dispose d'avantages certains pour soutenir, créer et attirer des entreprises. Ce sont des atouts solides pour peu que les acteurs agissent pour les prendre en main, les structurer et les dynamiser. Cependant, compte tenu de la compétition mondiale, de la forte croissance de l'industrie en fonction de ses atouts et freins, l'industrie à tout à gagner à concerter ses forces avec celles de la Technorégion et des instances publiques actuellement intéressées à la soutenir, dont ce projet d'édification d'une **“ Cité de l'optique ”**.

²³ Par exemple, à elle seule l'usine de Nortel Networks de ville Saint-Laurent au Québec, dont l'essentiel de sa production d'équipements s'inscrit dans le secteur des communications optiques, compte plus de 3 000 employés, plus du triple de l'ensemble des entreprises de l'optique/photonique de la région de Québec, et exporte pour près de 1 milliard de dollars de produits.

1.5 DIAGNOSTIC ET PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE OPTIQUE/PHOTONIQUE DE QUÉBEC

En guise de synthèse de la PARTIE I, cette section présente les grandes lignes de force – ou **diagnostic** - qui caractérisent et déterminent l'évolution de la région de l'optique/photonique de Québec. Il s'agit, en fonction des réalités du milieu, d'inscrire la solution technologique, industrielle et commerciale que constitue la Cité projetée. Pour réussir, le projet doit se fonder sur l'existant pour le dynamiser sur la base des forces à y consolider et des faiblesses à y corriger. Pour cela, il doit s'enraciner dans les attentes et volontés des acteurs industriels du domaine dans la région pour qu'ils s'y intéressent et la prennent en main. Par ailleurs, ces attentes, projets et volontés ne peuvent ignorer les tendances technologiques et de marché d'une industrie très globalisée, évoluant de façon exponentielle à l'intérieur de frontières qui se rapprochent sous l'effet d'Internet. Enfin, la conception et l'édification de la Cité nécessitent que les décisions d'aujourd'hui reposent sur un regard large et ouvert à la fois sur le présent et le futur. Plus qu'un lieu où l'on étudie, où l'on cherche et travaille, la Cité doit aussi devenir un lieu de vie technologique et économique.

Les constats et énoncés de potentiels généraux qui suivent, caractérisent actuellement la région de l'optique/photonique de Québec.

- **L'optique/photonique, une technologie générique, est promise à un rôle équivalent au XXI^e siècle à celui de l'électronique du présent siècle** : Prometteuse, les techniques, savoir et savoir-faire en optique/photonique seront au XXI^e siècle ce que fût l'électronique au XX^e. Déjà étendues à une multitude d'activités humaines, les technologies de la lumière sont appelées à remplacer graduellement celles des électrons, tout en s'y mariant.
- **Une part minuscule des marchés mondiaux** : Actuellement, les marchés de l'optique/photonique connaissent des taux moyens de croissance annuelle de l'ordre de 12 à 18 %, voire, de 30 à 50 % et plus dans certains secteurs. En 1997, la valeur des marchés globaux totalisait 147 milliards de dollars US. Au sein de ces marchés globaux mondialisés, le noyau industriel de la région de Québec occupe une part **minuscule** d'environ 0,05 % (soit un vingtième de un pour-cent du marché mondial).
- **En fonction du secteur de marché des télécommunications dont certains des segments connaissent les plus forts taux de croissance, la région recèle des compétences en télécommunications;**
- **En optique/photonique, l'inexistence dans le monde de modèles de référence à ce projet d'édification de cette Cité** : Bien que des " regroupements " industriels régionaux en optique/photonique existent dans le monde - influence prédominante d'immenses entreprises concentrées dans une région donnée (Kodak, Corning), concentration au sein de technopôles multitechnologiques (Silicon Glen), technorégion regroupant un grand nombre d'établissements en optique/photonique (Aachen, Ottawa), " clusters " ou associations industrielles régionales en optique/photonique (plus de 10 aux États-Unis) - aucun n'est du type " **polis** " constitué en tant que tel et pouvant servir d'éléments de référence pour le projet. Cependant, ils recèlent tous et chacun des ingrédients susceptibles de nourrir la mise au point d'un modèle de Cité à inventer, propre à l'industrie de Québec.
- **Un regroupement industriel régional, jeune, diversifié et en forte croissance** : Le regroupement industriel de Québec est jeune et diversifié. Depuis le début des années 90 en terme du nombre d'entreprises, de l'emploi et des chiffres d'affaires, la progression de ses entreprises et centres est exponentielle et, toute proportion considérée, comparable à la courbe de croissance moyenne mondiale.
- **Une importante force régionale de haut savoir qualifié en optique/photonique** : Au moment où se déploie l'économie du savoir, par ses hommes et ses femmes de science et d'ingénierie, ses professeur(e)s et étudiants de 2^e et de 3^e cycle de l'Université Laval, ainsi que par ses trois centres de recherche (près de 250 chercheurs), de même que par ses spécialistes en R&D en entreprises, qui tous contribuent aux sciences et technologies de pointe du domaine, Québec dispose d'un foyer important de haut savoir en optique/photonique. Ce réservoir de matière grise possède un ancrage historique, solide et reconnu par les spécialistes de l'industrie mondiale. Il s'agit de la force principale de la région optique/photonique de Québec, la " tête de pont " sur laquelle, en fonction du moyen et long terme, bâtir une partie de son avenir.
- **Un fort potentiel de formation de main-d'œuvre spécialisée** : Avec quelques ajustements et mesures de concertation, les centres et programmes existants de formation spécialisée en optique/photonique, universitaires et collégiaux, sont en mesure, à court et moyen terme, de répondre aux besoins en croissance de formation d'une

main-d'œuvre hautement et moyennement spécialisée. Il semble aussi possible d'agir rapidement en matière de main-d'œuvre moins qualifiée. Il demeure que la formation de compétences de haut niveau souffre du **morcellement des filières de formation et de recherches universitaires en science et génie proprement de l'optique/photonique**.

- **Une faible masse critique d'entreprises** : Avec ses 15 établissements industriels, la masse critique d'entreprises manufacturières œuvrant en optique/photonique est faible, voire fragile. L'augmentation de cette taille critique doit constituer le but prioritaire et **transversal** de tous les efforts de la Cité projetée. Particulièrement importantes, seront les **actions visant à cultiver et accompagner l'entrepreneuriat**. Les entreprises et centres existants sont prêts à participer à ces efforts sous forme de mentoring, de " spin-off " technologiques, de démarrage et de soutien aux nouvelles entreprises.
- **Une " sous-industrialisation " et, son corollaire, un manque d'expertise en procédés industriels de masse** : Québec ne possède pas d'entreprise d'envergure engagée dans des processus de production de masse en optique/photonique. Actuellement, les processus de production " artisanaux " et " manufacturiers " caractérisent l'industrie dans la région. Cette dernière ne dispose pas des hauts savoirs et expertises appliquées en procédés industriels de masse spécialisés en optique/photonique. Les efforts d'accompagnement des entreprises existantes et d'attraction d'entreprises extérieures devront faire en sorte de favoriser l'acquisition de savoir-faire et d'expérience à cet égard.
- **Une inexpérience relative en commercialisation internationale** : En lien direct avec cette absence de savoir-faire industriel de pointe, bien que 80 % des produits et services soient exportés, la commercialisation internationale à grande échelle constitue une autre des grandes faiblesses de la région. Cela freine son potentiel de ventes et de distribution de ses produits et services, donc, à court terme, les possibilités de forte croissance de plusieurs de ces entreprises. Cette sous-performance commerciale fait contraste avec la force de la région en conception. Le besoin d'une action commune d'envergure est souligné par plusieurs qui souhaitent la mise au point de solutions performantes pour dynamiser la commercialisation de leurs produits et services sur les marchés mondiaux.
- **Une concertation industrielle existante** : Les entreprises et centres optiques/photoniques de la région ont entrepris d'eux-mêmes, depuis quelques mois, une démarche de regroupement et de concertation en créant le GOPQ, un " cluster " en optique/photonique, comme plusieurs régions nord-américaines. Ce qui crée un terrain favorable à une initiative d'ensemble comme celle de la Cité.
- **Une pénurie appréhendée des travailleurs hautement qualifiés** : Pour des raisons de désavantages salariaux et de manques de perspectives de carrières, la région exporte actuellement une partie de sa main-d'œuvre hautement qualifiée – plus particulièrement ses jeunes diplômés – vers le reste du Canada et des États-Unis. Il s'agit d'une tendance qui progresse de façon alarmante. Cet exode des cerveaux les plus prometteurs, eut égard à leur importance stratégique pour une industrie de haute technologie, pourrait appauvrir à long terme le potentiel de la région en optique/photonique. Considérant le développement rapide de l'industrie, les solutions à apporter à cette pénurie appréhendée de travailleurs hautement qualifiés constituent une préoccupation sérieuse de l'industrie.
- **Un unilinguisme ambiant** : L'unilinguisme francophone de la région et d'une partie de ses diplômés est un facteur limitatif, d'une part, pour attirer des candidats spécialisés de l'étranger et, d'autre part, en ce qui concerne la commercialisation internationale.
- **Des mesures fiscales très productives** : Les mesures fiscales, notamment, de soutien à la R&D et, plus particulièrement de celles relatives à la main-d'œuvre dans le cadre de ce projet de Cité, sont vivement appréciées par l'industrie et favorisent fortement leur croissance. Il y a consensus du milieu pour que ces mesures soient maintenues et bonifiées.
- **Une Technorégion " en devenir "** : Les organismes existants qui s'occupent du développement technologique de la région, luttant un à un – voire, pour certains, les uns contre les autres - pour leur survie, n'agissent pas de manière efficace et de façon concertée. Ils ne disposent pas de plan, de structure et d'allocation de ressources intégrées appropriées pour véritablement concrétiser le " projet de Technorégion ". À court terme, la Technorégion n'est donc pas en mesure de **fournir un socle solide essentiel à l'édification ferme de la Cité**. Cette faiblesse de l'environnement immédiat de services d'accompagnement nécessaires risque de ralentir l'essor rapide et l'efficacité de la Cité.

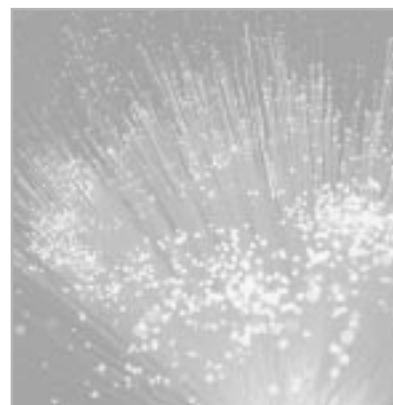
- **La présence de plusieurs pôles technologiques environnants** : Par ailleurs, composante positive de la Technorégion, la présence de plusieurs pôles technologiques régionaux induit un potentiel de collaboration synergique à développer pour l'industrie par l'entremise de la Cité, plus spécialement dans les technologies de l'information et des communications.
- **Une Cité aux structures et infrastructures légères** : Dans le cadre d'un projet voulu novateur, l'industrie souhaite une Cité dotée de structures et d'infrastructures légères, voire virtuelles ou éclatées (ce qui ne signifie pas qu'une organisation localisée soit exclue). Il est à souligner la concentration au sein et, surtout, autour du Parc technologique du Québec métropolitain, d'un bon nombre d'entreprises et de l'INO.

En forte et rapide croissance, les technologies, industries et marchés globaux de l'optique/photonique, recèlent, en turbulence, un gisement prometteur d'avenir économique pour la région de Québec. En fonction des **enjeux globaux de développement** du domaine et **comparativement** à d'autres foyers industriels régionaux afférents dans le monde, dotée d'une importante " tête " de haut savoir en formation et en recherche, " l'organisme " industriel régional est par ailleurs fragilisé par ses " petites pattes ", principalement par la faible masse critique de ses entreprises.





PARTIE II



PARTIE II

LE MODÈLE D'AFFAIRES DE LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC



2.1 CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

De la PARTIE I précédente, se dégage un **potentiel** prometteur de développement pour l'industrie optique/photonique de Québec. Ce potentiel deviendra réalité que si ses dirigeants et ceux qui ont à les accompagner dans la région, soient les uns les autres **persuadés, tout en poursuivant leurs propres affaires, qu'il y va de leurs intérêts individuels d'agir à l'échelle industrielle, en commun et avec cohérence par la Cité de l'optique projetée**. Cette action est à conduire tant sur les forces de l'industrie à consolider que sur ses faiblesses à redresser. En effet, la condition primordiale d'édification réussie de la Cité présuppose que ces dirigeants la prennent eux-mêmes en main afin de concrétiser leur volonté d'agir manifestée par leur participation remarquable à ce travail. Il importe aussi qu'ils puissent appliquer les décisions qui s'imposent, en disposant des ressources et des structures appropriées.

Coopétition

D'emblée, soulignons que l'impératif d'harmonisation d'actions industrielles à conduire en commun ne sera pas facile à réaliser. Ainsi, sur les libres marchés, chacun des éléments organisationnels à réunir dans le tout de la Cité - entreprises, centres et instances régionales - continuera à exister dans une totale autonomie d'intérêt individuel et entrepreneurial. De la sorte, une telle harmonisation constitue un grand défi.

En effet, cette liberté d'action " privée " est à respecter en tout point. Mais, entre cohérence d'ensemble et " chacun pour soi ", il y a une marge de manœuvre possible. Pour nommer cette possibilité d'agir, l'expression " **coopétition** " en résume toute la difficulté. Il s'agit d'équilibrer **coopération** et **compétition**. Pour l'industrie régionale, *petite et fragile*, affronter en synergie ses concurrents mondiaux est sans nul doute plus efficace que de laisser la " nature " faire.

Comment développer la Cité ?

À cette étape de conception du " plan " de la Cité, la meilleure façon de convaincre les acteurs concernés de la région qu'il est possible d'agir en commun, est d'explicitier le " comment la faire ". Comme indiqué à la section 1.3, la chose n'est pas simple étant donné qu'il ne se trouve pas de modèle de Cité de l'optique préexistante dans le monde. Certes, à cet égard, existent des réponses partielles dans les différents regroupements industriels, par exemple, ceux des technopôles/technopoles, " clusters ", etc. Donc, **la Cité est à inventer**.

Le plan d'affaires de la Cité

Par analogie, on peut considérer que la Cité est une entreprise à créer. Face au risque de l'inédit en affaires, il est courant de procéder par référence pour mesurer les tenants et aboutissants d'une prise de décision afin de vérifier la validité et la possibilité d'une solution nouvelle. Pour gérer l'incertitude il est aussi usuel pour toute entreprise de se doter d'un **cadre directeur de développement stratégique ou d'un modèle d'affaires**. À ce titre, au moment de fonder une entreprise, l'étape préliminaire usuelle consiste à formuler un **plan d'affaires** " sur papier " et réaliser certaines activités pratiques de démarrage. C'est ainsi que fut mené ce travail de gestation de la Cité. Associant analyses et démarches de conception, il fut directement orienté vers un " accouchement " de la Cité.

Un modèle d'affaires au carrefour d'une industrie et d'une région particulières

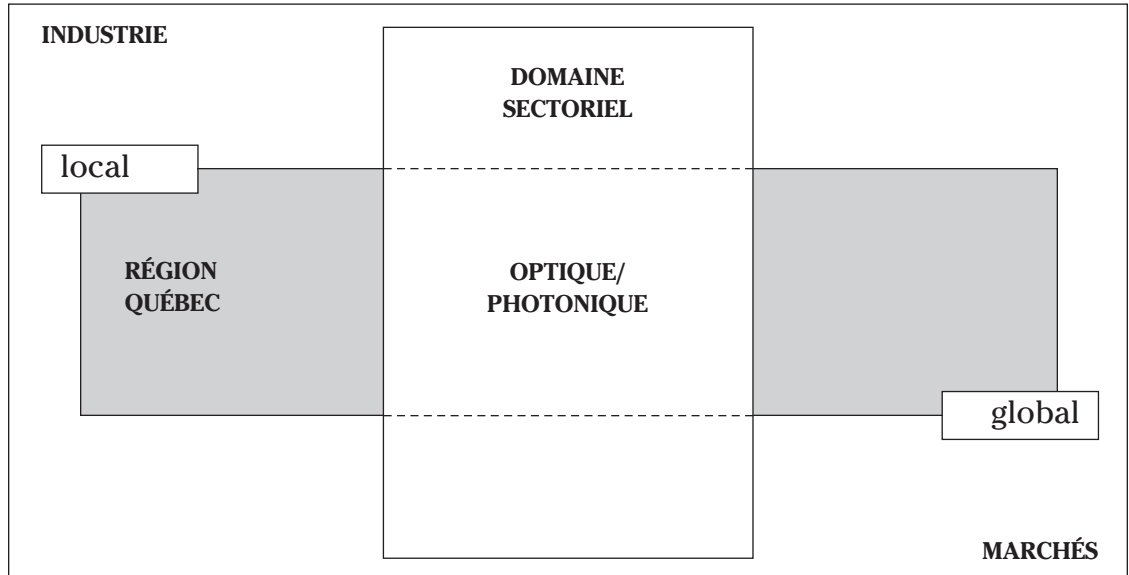
L'objet de cette partie du rapport concerne donc la formulation du **modèle d'affaires de la Cité**. En l'occurrence, il s'agit d'un modèle inédit, car la Cité à ériger est une " entreprise " tout à fait unique. Si tout gestionnaire avisé connaît bien les règles d'élaboration et d'application d'un plan d'affaires, la Cité concerne une réalité fort différente de celle qui

préside aux règles usuelles d'affaires de planification stratégique. Au carrefour d'une réalité **sectorielle** (l'optique/photonique) et d'une **région** spécifique (Québec), en conséquence, le projet technologique, industriel et commercial à fonder, diriger et gérer **combine** verticalement et horizontalement :

- un **DOMAINE SECTORIEL** particulier, l'optique/photonique,
- une **RÉGION** dotée de traits spécifiques, Québec.

S'ajoute à cette singularité bi-dimensionnelle une Cité aux pieds posés **localement** à Québec, alors que bras, regards et têtes devront s'orienter **globalement** vers les marchés mondiaux.

Graphique 1-10 Un modèle au carrefour d'un domaine sectoriel et d'une région



2.2 SYSTÈME ET POLITIQUE DE L'INNOVATION : DE L'OCDE AU CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE DU QUÉBEC

“ Le concept de système national d'innovation repose sur la prémisse que les liens établis entre les acteurs concernés...sont à la base de l'amélioration de la performance technologique. L'innovation et le progrès technique résultent d'un ensemble complexe de relations entre des acteurs qui produisent, distribuent et appliquent une gamme variée de savoirs. La performance en innovation d'un pays dépend dans une large mesure de la manière dont les acteurs interagissent les uns avec les autres comme composantes d'un système collectif... ”¹ OCDE, 1997

Cette citation rejoint les précédentes considérations sur les exigences et possibilités de mise en synergie des volontés industrielles examinées dans ce “ plan d'affaires “. Elle met aussi en évidence à quel point l'articulation “ complexe ” des composantes à réunir repose sur une **interaction** voulue des acteurs associés aux savoirs technologiques. Ce qui nécessite l'entremise d'un appareillage socio-économique de type nouvelle économie. À cet égard, depuis le début de la décennie 90, l'Organisation de coopération et de développement économiques, OCDE, multiplie les études et rencontres entre ces membres en matière de développement technologique. Sous le nom de **système national d'innovation (SNI)**, le modèle de gestion que l'OCDE met de l'avant, est décrit dans le document cité dans la note en bas de cette page.

¹ Traduction : “ The concept of national innovation systems rests on the premise that understanding the linkages among the actors involved... is key to improving technology performance. Innovation and technical progress are the result of a complex set of relationships among actors producing, distributing and applying various kinds of knowledge. The innovative performance of a country depends to a large extent on how these actors relate to each other as elements of a collective system... ”, **National Innovation Systems**, OCDE, Paris, France 1997, page 9.

Lorsque l'on sait le rôle clé joué par l'optique/photonique en économie de l'information, pour le Québec, les enjeux d'une bonne gestion de l'innovation sont décisifs. En ce sens, " *L'économie française profite... du développement des nouvelles technologies de l'information. ...leur poids dans l'économie est désormais équivalent à celui du tourisme et supérieur à ceux de l'énergie et de l'automobile réunies... la France est entrée dans une 'nouvelle croissance' tirée par... (les) nouvelles technologies de l'information. '...depuis 1998, les technologies de l'information et de la communication représentent...' (20 %) de la croissance de l'économie française... loin cependant des résultats de l'économie américaine où... les nouvelles technologies expliquent la moitié de la progression du PIB.* " ²

Régions

Depuis quelques années, les pays les plus actifs en haute technologie s'inspirent tous, d'une manière ou d'une autre, des principes directeurs prônés par le modèle SNI. Mais, à notre connaissance, ses applications régionales semblent par contre limitées, moins systématiques et guère documentées. L'Allemagne et les pays scandinaves seraient à ce titre les plus avancés dans la mise en place de systèmes efficaces de " régions technologiques " (voir la section 1.3).

2.2.1 Les acteurs

Précisons ce que l'OCDE entend par acteurs au sein du modèle systémique préconisé : " *... la circulation des savoir-faire technologiques et des informations entre les personnes, les entreprises et les institutions (...) sont des facteurs de réussite dans un processus d'innovation. Le développement de l'innovation et de la technologie résultent d'un ensemble d'interactions... entre acteurs au sein du système, lesquels incluent les entreprises, les universités et les centres de recherche gouvernementaux.* " ³

Plus importante encore, l'affirmation relative au rôle capital des entreprises parmi ces acteurs : " *Les entreprises sont au centre de ce système...* " ⁴ Dans un récent document, l'OCDE énumère les conditions favorables à la réussite d'un système d'innovation :

- " *L'innovation s'appuie de plus en plus sur une interaction efficace entre la base scientifique et le secteur des entreprises (...)*
- *Le caractère de plus en plus concurrentiel des marchés et l'accélération du changement scientifique et technologique contraignent les entreprises à innover plus rapidement (...)*
- *La constitution de réseaux et la collaboration interentreprises jouent désormais un rôle plus important qu'autrefois et font de plus en plus intervenir des services à forte intensité de savoir (...)*
- *Les petites et moyennes entreprises (PME), notamment les nouvelles entreprises à vocation technologique, ont un rôle plus important à jouer dans l'élaboration et la diffusion de technologies nouvelles (...)* " ⁵

Le document insiste encore sur le fait que les performances en la matière ne dépendent pas d'acteurs isolés, mais surtout de la capacité de ces derniers à interagir en tant qu'éléments participant à un système.

2.2.2 Un modèle d'affaires pour la Cité adapté de la politique québécoise de l'innovation

Le Canada et le Québec ne sont pas du reste en cette matière. Dans le sillage de l'OCDE, dès la fin de 1997, le Québec s'est doté d'une solide orientation ⁶ stratégique en innovation, issue des travaux du Conseil de la science et de la technologie du Québec (CSTQ). Afin d'étayer les règles d'élaboration du modèle de la Cité de l'optique, cette orientation ⁷ majeure est largement utilisée pour l'élaboration du modèle d'affaires de la Cité.

² **Les nouvelles technologies assurent désormais 20 % de la croissance française**, journal Les Échos, Paris, édition du 13 octobre 1999, page 4.

³ Traduction : " *The national innovation systems approach stresses that the flows of technology and information among people, enterprises and institutions are key to the innovative process. Innovation and technology development are the result of a complex set of relationships among actors in the system, which includes enterprises, universities and government research institutes.* " , Idem, page 7.

⁴ Traduction : " *In the centre of this system are the firms...* " , Idem, page 12.

⁵ **Gérer les systèmes nationaux d'innovations**, OCDE, Paris, 1999, page 10.

⁶ **Pour une politique québécoise de l'innovation, Rapport de conjoncture 1998, Conseil de la science et de la technologie du Québec (CSTQ)**. Il est souvent cité dans les lignes qui suivent avec, le cas échéant, des indications de pages afférentes (sauf référence spécifique).

⁷ Un Avis plus récent du Conseil complète le contenu du premier rapport : **Intensifier l'innovation : les orientations prioritaires**, février 1999. Il a servi à préciser ces propos inspirés du premier.

On y trouve l'important constat suivant : " *L'industrie québécoise est encore insuffisamment innovatrice. Traditionnellement axée sur l'exploitation des ressources naturelles et sur un secteur manufacturier de faible technologie composé surtout d'entreprises de petite taille, elle doit redoubler ses efforts de modernisation technologique, condition essentielle de sa compétitivité. Il faut impérativement accélérer la transformation du tissu industriel québécois, rendre les entreprises plus innovatrices et mieux outillées pour affronter la concurrence internationale.* " ⁸. Ce qui induit que les paradigmes ou réflexes de l'ancienne économie sous-tendraient plusieurs des actuelles décisions stratégiques de développement économique, même en haute technologie, à Québec comme ailleurs.

À cet égard, **la Cité de l'optique, un projet d'aujourd'hui, ne doit pas répondre à des impératifs " d'hier "**.

Un modèle adapté pour la Cité

Le système d'innovation technologique (SIT) tel qu'exposé par le Conseil porte sur l'ensemble de l'économie nationale, tous secteurs confondus. Au sens large, l'innovation de procédés et/ou l'utilisation de technologies innovantes dans tous les secteurs de l'économie doivent être distinguées de celle afférente à **une industrie sectorielle de haute technologie, telle que l'optique/photonique de la région de Québec. Pour cette dernière, l'activité première concerne en tout ou en partie une chaîne complète d'activités de conception, de production et/ou de commercialisation de produits et services à fort contenu de savoir, savoir-faire et techniques de pointe associés aux photons, c'est-à-dire à la lumière.** Il importe sur ces aspects d'adapter le modèle du Conseil.

2.2.3 Le modèle du système d'innovation technologique du Conseil de la science et de la technologie du Québec

Le SIT préconisé par le CSTQ met **l'entreprise au cœur de son modèle** et prend en compte une multitude d'intervenants en **interaction** complexe : " *L'innovation industrielle est d'abord et avant tout la responsabilité des entreprises, mais une entreprise n'innove pas en vase clos. L'innovation est un processus collectif. Elle est le résultat de multiples interactions qui s'établissent entre des acteurs diversifiés, tant à l'intérieur de l'entreprise que dans son environnement immédiat ou plus lointain. Pour un gouvernement, promouvoir l'innovation appelle des stratégies qui tiennent compte de cette pluralité d'acteurs et de l'importance des interactions.* "

2.2.3.1 Un modèle à trois niveaux

Les décisions en matière d'innovation se prennent avant tout en entreprise dans un contexte d'affaires ou de marché dans des environnements favorables. Cependant, pour une bonne part, l'accès aux connaissances et aux technologies disponibles à l'extérieur de l'entreprise oriente aussi fortement les décisions et la manière d'innover. L'entreprise innovante ne peut, sans risque, exister comme une " île " isolée de sa société ambiante.

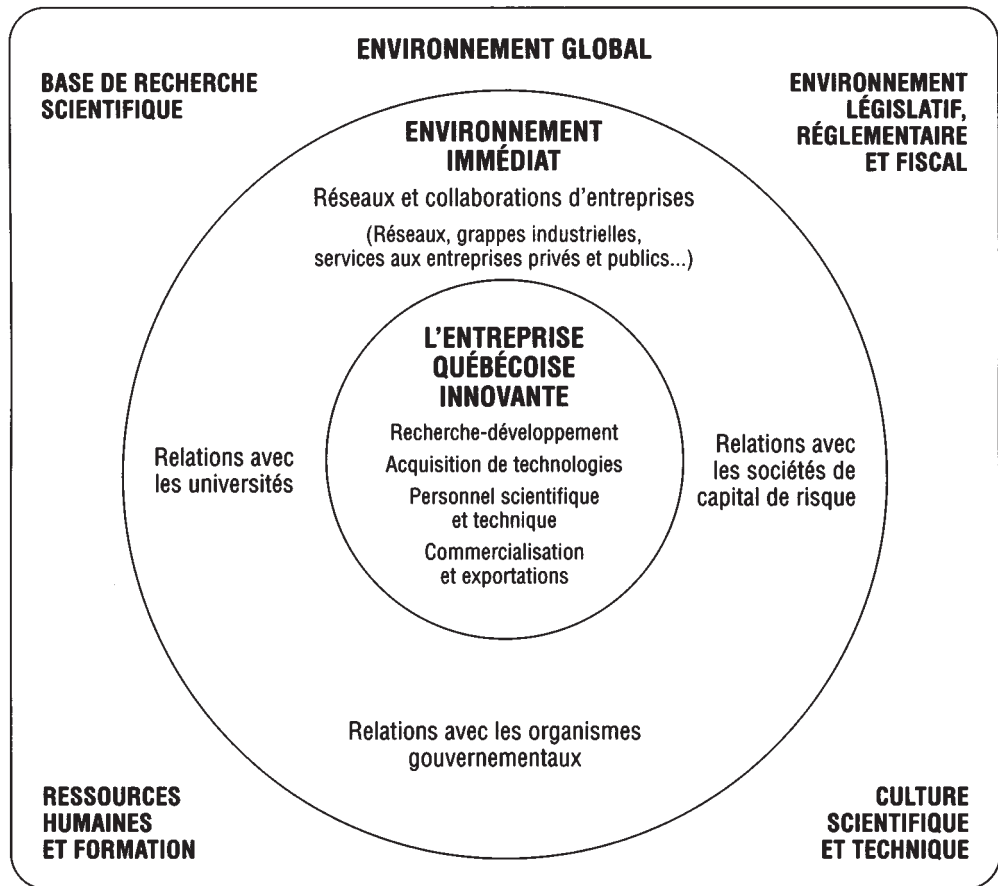
Le modèle schématisé⁹ du SIT du Conseil, exposé ci-contre, distingue **trois niveaux d'interactions** nécessaires au succès de tout processus national ou régional d'innovation :

- **L'entreprise**, ses activités internes d'innovation (notamment, la R&D, les hautes compétences, le marketing, dispositif de veille, etc.).
- **L'environnement immédiat** de l'entreprise, comme lieu ambiant des " réseaux " directs d'échanges (alliances stratégiques, collaborations) et de services que rend possible la présence de multiples acteurs d'accompagnement de développement.
- **L'environnement global**, tout ce qui " facilite " ou " conditionne " de manière générale les règles de jeu économiques, conditionnant la vie de l'entreprise, par exemple : systèmes de régulation de l'information et des télécommunications, structures réglementaires concernant les marchés, instances et aides gouvernementales (fiscalité favorable ou non), appareillage culturel scientifique, climat social, etc.

⁸ Pour une politique québécoise de l'innovation, page 16.

⁹ Pour une politique québécoise..., précité à la note 6, page 16.

Une représentation des trois niveaux du système québécois d'innovation



2.2.3.2 Deux approches en innovation : linéaire ou systémique

Un aspect majeur du modèle SIT fait maintenant unanimité : l'approche linéaire ou mécanique en gestion de l'innovation est dépassée. Elle ne correspond plus à la dynamique interactive nécessaire à son plein épanouissement : " Le modèle traditionnel ou linéaire représentait l'innovation comme une chaîne de montages ou une course à relais. Les découvertes de la recherche fondamentale - universitaire surtout - faisaient l'objet d'applications expérimentales diverses. Des produits étaient ensuite développés par l'entreprise et enfin commercialisés. "10.

Graphique 3-12 Le modèle linéaire traditionnel

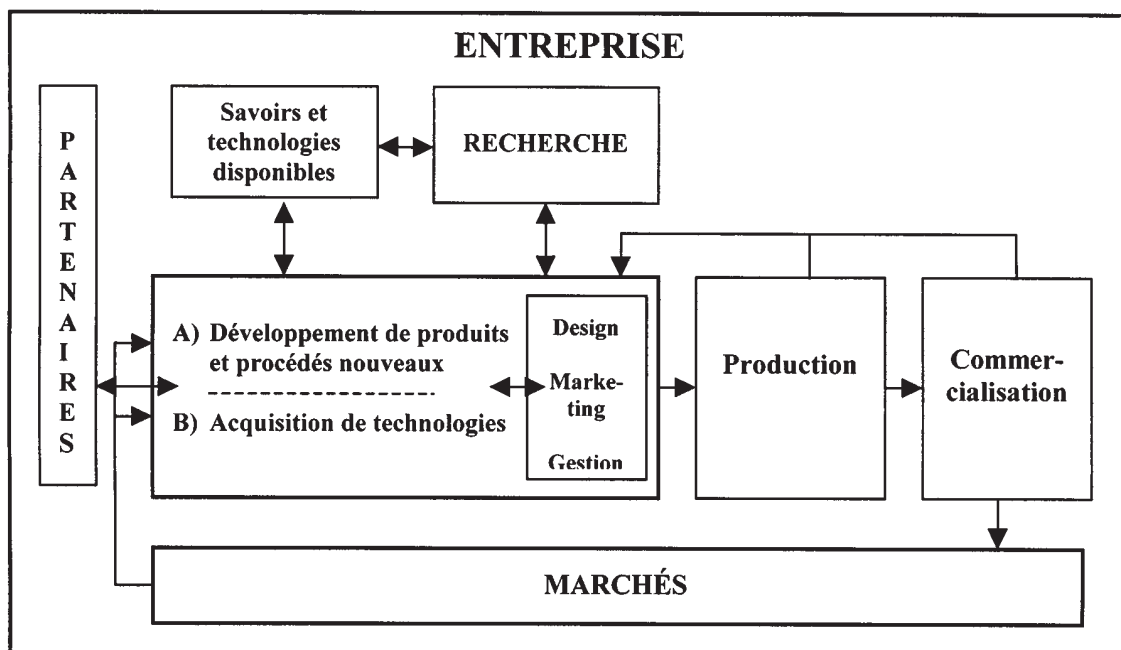


Source : Rapport de conjoncture... pour une politique..., CSTQ, page 5

¹⁰ Pour une politique québécoise..., précité à la note 6, page 5.

En gestion de l'innovation, un nouveau modèle interactif s'impose dans les principaux pays de l'OCDE. Plus flexible que l'approche linéaire, il emprunte aux démarches systémiques en intégrant itérativement la diversité et la complexité des activités requises : " ... la recherche n'est pas la seule source de l'innovation. Les connaissances et technologies déjà disponibles peuvent jouer un rôle aussi important... (...) Pour sa part, le marché n'est plus simplement le point d'aboutissement de l'innovation; il pèse d'un grand poids dès le démarrage des projets. Le schéma (ci-contre) rappelle aussi que les entreprises n'innovent pas seules, mais en interaction avec des partenaires divers (clients, fournisseurs, investisseurs, établissements publics, etc.)."¹¹ Ce modèle itératif en question est illustré dans le graphique 4-x suivant.

Graphique 4-13 Modèle systémique



Source : À partir du schéma légèrement modifié apparaissant à la page 16 du document **Pour une politique québécoise...** cité à la note 6, page 5.

Le graphique illustre à quel point, aujourd'hui, le développement technologique ne doit plus être envisagé comme le résultat de vases clos (ou " boîtes noires ") organisationnels, isolés les uns des autres, indépendants de leurs partenariats externes et de leurs marchés. En ce qui concerne la Cité projetée, l'illustration montre que **les mêmes principes d'échanges, de collaboration, d'itération et de réseaux, s'ils sont valables pour le processus primordial de l'innovation en entreprise, doivent et peuvent être appliqués de manière adaptée spécifiquement à l'échelle de l'industrie optique/photonique de Québec.** Tel est l'objet de la section suivante.

2.3 LE SYSTÈME DE LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC

Il est maintenant possible de décrire les composantes clés préconisées pour l'élaboration du modèle d'affaires de la Cité de l'optique. Le " **Système-Cité** " proposé est conçu comme **un système régional de développement technologique, industriel et commercial de l'industrie de l'optique/photonique de Québec.** Il importe de définir chacun des mots de cette définition du modèle, à savoir :

- **Système** : Tel que préconisé par l'OCDE et le CSTQ, l'innovation en optique/photonique est affaire d'interactions, d'échanges, de réseaux, de partenariats, etc., et non de processus linéaire conventionnel.
- **Régional** : Dans le cadre de la Cité, différemment du système du CSTQ, au lieu de mettre l'entreprise seule au cœur du modèle, **l'industrie optique/photonique**, telle que décrite par le graphique 1.-x à la sous-section 2.3.1 suivante, **est positionnée au centre du projet.** Ainsi, l'ensemble industriel considéré, faisant de **l'entreprise sa com-**

¹¹ Idem.

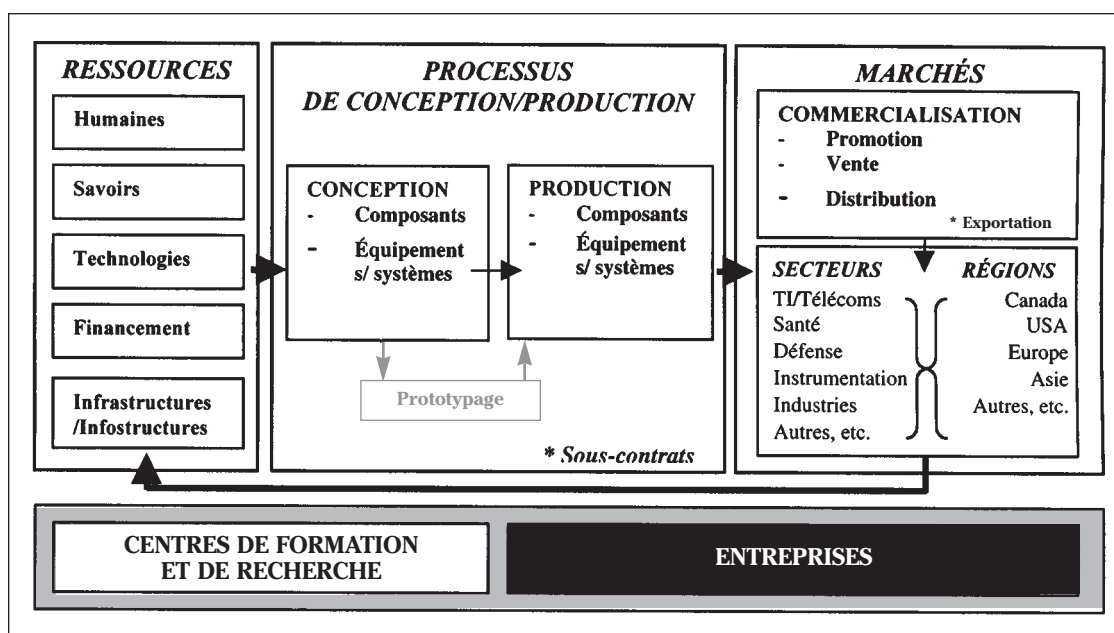
posante centrale, lui associe les centres de recherche et les centres de formation supérieure. Plus encore, cette industrie est regroupée à l'échelon d'une région, Québec. Le modèle d'affaires considère donc la confluence de l'industrie et de la région.

- **Technologique** : La Cité est de nature technologique (une " Technopolis "), considérant la très haute technologie recelée par l'optique/photonique. Cette technologie est indissociable des hauts savoirs et compétences concernés.
- **Industriel** : Cet autre attribut réfère aux interactions indissociables essentielles entre les entreprises et les institutions de recherche et de formation universitaire de la région, autre clé de voûte fonctionnelle de tout système économique performant en innovation.
- **Commercial** : Cette composante concerne les marchés, en l'occurrence, mondiaux. Donc, la commercialisation constituera un champ d'activité fondamental de la Cité.

2.3.1 Les éléments de la chaîne industrielle de la valeur ajoutée en optique/photonique

Le graphique suivant a pour but d'introduire l'exposé ultérieur du cœur du modèle d'affaires élaboré sur la base des travaux du CSTQ. Adapté à un contexte d'une industrie et d'une région, le modèle préconisé pour la Cité reprend autrement le principe que " l'entreprise doit se situer au centre du système de l'innovation ".

Graphique 5-14 La chaîne de la valeur ajoutée industrielle en optique/photonique



Schématiquement, pour toute entreprise/centre de recherche/formation ou pour l'industrie en général, les " ingrédients " de base de la chaîne des activités industrielles concernées peuvent être décrits comme suit :

- La disponibilité et la réunion de **ressources** diverses : humaines, savoirs, techniques et savoir-faire, capitaux, immobilisations et systèmes d'information; en haute technologie optique/photonique, le savoir – des dirigeants et des spécialistes, tout comme des organisations - jouant un rôle moteur.
- L'organisation de ces ressources **en processus de conception et de production de produits et services**, en l'occurrence pour l'industrie optique/photonique, principalement, constitués de composants, d'équipements, de systèmes et d'applications; en ce qui a trait à la conception, il s'agit essentiellement de R&D; rappelons que pour le noyau industriel concerné de Québec, il ne s'agit pas de procédés industriels de masse.

- La commercialisation (vente) de ces produits et services sur les **marchés** (dans le cas de l'industrie optique/photonique qui, mondialement, effectue surtout de l'exportation) permettant, par **rétroaction**, de concrétiser monétairement leurs activités de manière à maintenir et faire croître les capitaux nécessaires au maintien, renouvellement et croissance des ressources et procédés de conception et de production dans un cycle continu d'affaires.
- En ce qui concerne les **centres de recherche et de formation**, l'articulation des éléments et des cycles de la chaîne industrielle optique/photonique diffère de celle qui a cours pour les entreprises; en grande partie, il s'agit d'institutions dont les budgets proviennent surtout de financements publics (moins, dans le cas de l'INO), donc, **indirectement** dépendantes des marchés pour leur fonctionnement et développement.
- Enfin, n'apparaissant pas dans le graphique, mais inhérentes au cycle, des actions de **direction** et de **gestion opérationnelle** des " ingrédients " sont fondamentaux pour assurer la performance de la chaîne.

2.3.1.1 Interactions systémiques

Somme toute, la Cité de l'optique se doit **d'agir de façon systémique, en interaction avec l'ensemble et chacun des éléments** ci-haut schématisés afin de valoriser les performances d'affaires des entreprises et des centres constituant l'organisation de l'industrie. En effet, pour reprendre un truisme, la chaîne de la valeur ajoutée de l'industrie optique/photonique de Québec sera aussi forte que le plus faible de ses maillons " en interaction " et, inversement, au plan de son plus fort.

Pour prendre exemple sur l'élément si important du **savoir**, agir de manière intégrée signifie de ne pas restreindre les actions à mener à ce propos simplement sur la formation ou la recherche. Les savoirs de direction organisationnelle, opérationnelle (ingénierie de procédés de production de masse, par exemple), de gestion financière et de commercialisation internationale sont aussi vitaux pour la croissance de l'industrie. De même, les informations et les expériences à accumuler sur les tendances d'évolution des marchés et des clients, ainsi que sur les occasions d'affaires, importent grandement. Autre volet du savoir, la créativité des chercheurs, les concepteurs principaux de technologies, doivent être spécifiquement encouragés par différentes mesures portant tout autant sur la valorisation des individus, les conditions de travail scientifique (tels, les équipements et les plans de carrières associés à des projets de recherche de pointe mobilisateurs, individuellement ou en équipe), l'amélioration de la qualité de vie régionale, la rémunération, etc. Enfin, la mobilité des informations pénétrant dans l'industrie réfère aux échanges internationaux (sites Internet, participation à des conférences internationales, publications, etc.).

Ce qui vient d'être énoncé sur le savoir pourrait de la même manière être repris en ce qui concerne le rôle des **marchés**, du **financement**, de la **technologie**, etc. Chacun des éléments du modèle interfère donc, plus ou moins selon le cas, avec les autres et, pour plusieurs, **transversalement**.

Il demeure que certains éléments sont à gérer en priorité (voir le diagnostic, section 1.5) et dans le temps. En effet, on ne réalisera pas tout ce qu'il y a à faire d'un seul coup par la Cité. Certaines actions nécessiteront une accumulation d'expériences. En somme, le système de Cité proposé ne sera pas une solution miraculeuse, automatique et instantanée. Il présuppose d'être continuellement orienté, géré et ajusté.

2.3.1.2 Conditions nécessaires et suffisantes de réussite

Pour assurer le développement cohérent et à long terme de l'industrie, si, par exemple, l'édification et le fonctionnement de la Cité de l'optique ne reposaient que sur les conditions **nécessaires** de " l'ingrédient " fiscal, même couplé à des initiatives immobilières (infrastructures) d'envergure, de telles conditions, tout aussi positives soient-elles en elles-mêmes, seraient **non suffisantes**, parce que limitées, **non systémiques**. La citation suivante, tirée du Rapport Guillaume¹² relatif à l'innovation en France, référant à la situation des technopoles (au sens de " cité technologique ") est éloquent : " **Les technopoles qui ont le mieux réussi sont celles qui ont récolté les fruits d'un consensus local et d'une volonté convergente de l'État et des collectivités territoriales. (...) ... certains projets n'ont pas évité l'écueil de programmes immobiliers non rentables et de la surenchère aux primes à l'installation d'activités nouvelles.** " En ce sens, une analyse fine de maints projets de cités technologiques dans le monde, voire au Québec, qui piétinent ou ont échoué, montrerait à quel point beaucoup sont issus d'initiatives incitatives bien intentionnées " d'en-haut " et sans ancrage dans le milieu

¹² **Rapport de mission sur la technologie et l'innovation**, Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, Henri GUILLAUME, Chargé de mission, mars 1998, Paris, France, page 104.

de la haute technologie. Plus souvent qu'autrement, ils ne sont ou ne furent en pratique que des parcs industriels " immobiliers " traditionnels dont on a qu'en surface, changé l'appellation " *Parc industriel* ". Une solution d'hier à une problématique d'aujourd'hui, comme exposé plus haut !

Une cité technologique réussie est un amalgame délicat d'initiatives constituées en système reposant sur des " consensus " industriels, surtout, dans le cas faisant l'objet de ce travail, lorsqu'il s'agit d'une Cité dans un domaine technologique aussi spécialisé et dynamique que celui portant sur *l'exploitation de la lumière*.¹³ Ce qui précède permet de passer à l'explicitation du cœur du modèle " SIT " préconisé.

2.3.2 Le modèle fonctionnel du système de la Cité de l'optique de Québec

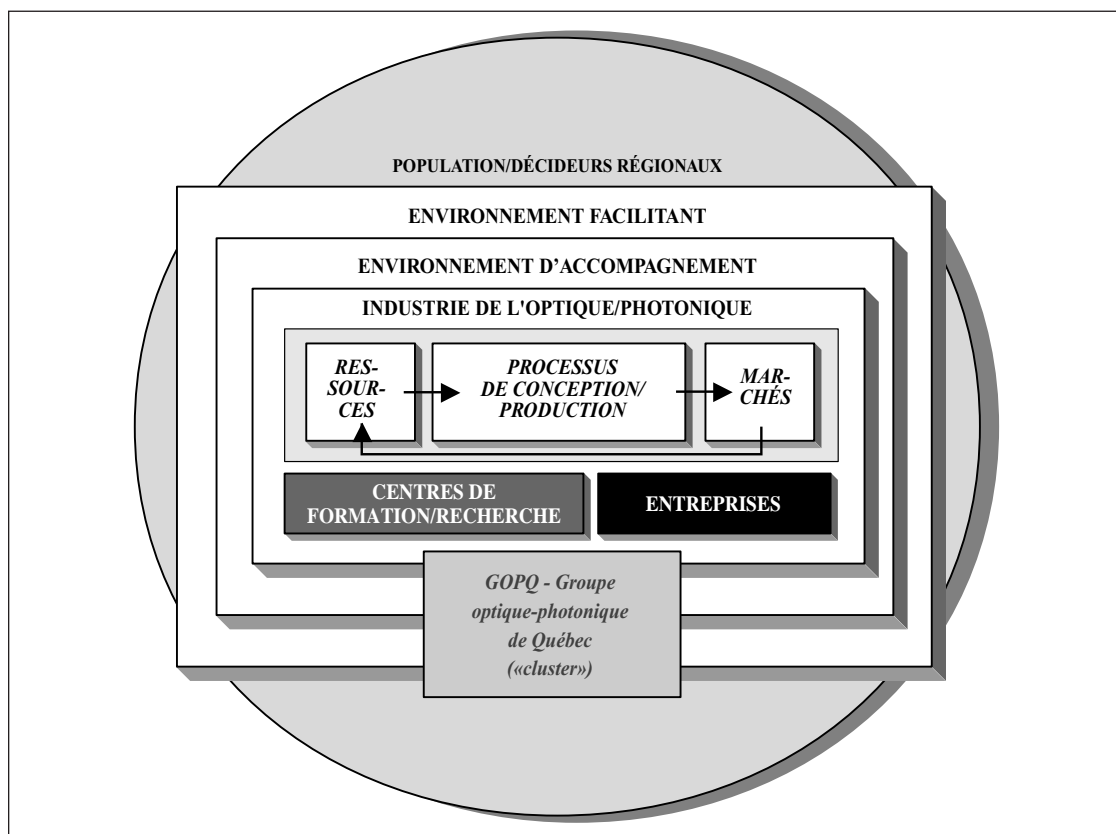
En fonction de ce qui précède, le graphique 6-x présenté à la page suivante illustre (du centre vers la périphérie), fonctionnellement, les quatre niveaux ou **socles** d'interaction des éléments à prendre en compte dans et autour de la Cité.

- **INDUSTRIE DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE** : Au centre, on retrouve l'industrie telle que définie plus haut – entreprises et centres – évoluant au sein d'une chaîne de valeur ajoutée faite de ressources, de processus de conception et de production de produits et services et de marchés qui, en rétroaction, ramènent des " revenus de vente " pour financer les ressources et processus de gestion concomitants.
- **ENVIRONNEMENT D'ACCOMPAGNEMENT** : En deuxième lieu, distinctement de la définition du Conseil en matière d'environnement immédiat, mais jouant le même rôle, la notion d'**accompagnement** décrit bien les fonctions attendues de ses composantes. En pratique, il s'agit pour une bonne partie des organisations de la Technorégion de Québec. Outre ces dernières, la Cité devra aussi œuvrer en collaboration avec les autres pôles technologiques régionaux connexes à l'optique/photonique : notamment, avec ceux des technologies de l'information et des télécommunications, de la géomatique et du multimédia. Les services conseils, juridiques, etc., participent aussi à ce proche environnement.
- **ENVIRONNEMENT FACILITANT** : En troisième lieu, cet élément du modèle rejoint, mais en partie, celui que le CSTQ nomme " environnement global ". Son rôle est de **faciliter** et non de " dicter " les règles du jeu des affaires. Il reste que la Cité devra étroitement tenir compte des impératifs de société, de culture et des politiques de la région de Québec. Parmi les initiatives facilitantes, est à mettre en exergue la **fiscalité**, de même que la **qualité de vie**. Outre celles des institutions publiques gouvernementales et municipales, le rôle des Chambres de commerce est à signaler.
- **POPULATION ET DÉCIDEURS RÉGIONAUX** : Le dernier socle du modèle est intégré à la " sphère " de " l'environnement global " selon le modèle du CSTQ. Dans celui de la Cité, il est différencié afin de lui donner toute son importance, par exemple, aux activités de sensibilisation à conduire vers le milieu en fonction notamment des jeunes (relève), de même que pour soutenir les prises de décision régionale inhérentes aux initiatives de la Cité.
- **GOPQ** : Chevauchant les quatre socles du modèle, le Groupe optique-photonique (Québec) de création récente, nommé " cluster " dans le milieu, est un dispositif d'actions propre à l'industrie. Largement ouvert **à tous ceux** qui sont intéressés dans la région par l'avenir de l'industrie, son rôle de **concertation**, de lobby et de sensibilisation est directement orienté en fonction des besoins de l'industrie. Il lui est **possible d'agir comme organisation complémentaire et distincte de celle de la Cité, en interdépendance avec les grands éléments du système**.

¹³ Traduction de " **Harnessing Light** ".

Il s'agit de ce que l'on peut maintenant nommer le " **Système-Cité** "

Graphique 6-15 Le système de la Cité de l'optique



En somme, comme élément itératif central de la structure fonctionnelle de la Cité de l'optique, **le modèle situe l'industrie optique/photonique de Québec au cœur de la proposition de " Système-Cité " technologique, industriel et commercial à édifier.** Mais, le terrain sur lequel ériger la Cité, la " sphère de l'environnement immédiat " selon la dénomination du CSTQ, constitue un second dispositif systémique des plus importants. En effet, l'appareillage régional d'accompagnement que devrait fournir la " Technorégion ", est **une condition de succès du projet.** En quelque sorte, si le sol sur lequel poser la Cité, est " mou ", la solidité de " l'abitation " risque d'en souffrir. Inversement, la bâtir sur du " roc " consolidera sa fondation. C'est pourquoi, il importe dans la section suivante d'analyser de plus près, entre autres, la contribution potentielle Technorégion au projet de Cité.

2.4 LA TECHNORÉGION " D'ACCOMPAGNEMENT " ET L'ENVIRONNEMENT FACILITANT

En fonction du modèle de base énoncé de la Cité, **les contributions " interactives " auprès de l'industrie des organisations d'accompagnement et des organismes de facilitation sont IMPORTANTES pour assurer la réussite d'ensemble du projet.** Dans la grande région de Québec, il existerait¹⁴ près de 90 organismes œuvrant directement ou indirectement en matière de développement économique, dont une trentaine relevant du Ministère de l'Industrie et du Commerce (MIC) pour une partie de leur orientation, financement et fonctionnement, et beaucoup d'autres, du Ministère des Régions (MR).

La description des principaux acteurs concernés par le portrait qui suit, sont classés selon les deux premiers niveaux d'environnement de l'industrie définis dans le modèle de " Système-Cité " antérieurement énoncés (graphique 6-x) :

¹⁴ Selon un témoignage recueilli en entrevue.

- **Accompagnement** (*immédiat*) : essentiellement, la Technorégion;
- **Facilitation** (*globale*) : pour ce niveau, les organismes et les instances publiques ne doivent pas être considérés comme faisant partie de la Technorégion en tant que telle, mais ne peuvent non plus en être totalement isolés.

Auparavant, en guise de mise en contexte à la description de ce double environnement, un survol macro-économique préalable s'impose en ce qui concerne la situation régionale prévalant en haute technologie et au chapitre du savoir.

2.4.1 Aperçu macro-économique de la grande région de Québec

Comme pour toute autre région, l'essor des activités économiques fondées sur le savoir et la technologie, comme celles de l'optique/photonique, entraîne une expansion rapide des entreprises et une forte croissance de l'emploi dans les industries afférentes de Québec.

En août 1999, l'emploi dans la grande région de Québec (03) et de Chaudière-Appalaches (12) totalisait respectivement 301 300 et 185 200 personnes. Pour le même mois, le taux de chômage (" *moyenne mobiles de trois mois* ") atteignait 8,9 % dans la région de Québec et 6,7 % dans celle de Chaudière-Appalaches. Pour le même mois en 1998, les taux de chômage étaient de 8,8 % pour la grande région de Québec et de 7,7 % en Chaudière-Appalaches.¹⁵

Tableau 1-19 **Emploi total et taux de chômage pour les régions de Québec et de Chaudière-Appalaches (mois d'août 1997 à 1999)**

Août	Québec		Chaudière-Appalaches	
	Emploi (millier)	Taux de chômage %	Emploi (millier)	Taux de chômage %
1997	291,4	11,2	194,0	6,1
1998	309,3	8,8	185,0	7,7
1999	301,3	8,9	185,2	6,7

Les entreprises de haute technologie

Dans la région de Québec, la croissance des entreprises de haute technologie est significative. Au Sommet Technologique de 1997, la SPEQM (Société de promotion économique du Québec métropolitain) soulignait que, " *la région compte au moins 91 entreprises technologiques responsables de 4 537 emplois et, au tournant du millénaire, cette assise d'emplois sera de l'ordre de 7 500*¹⁶. "

Au regard des tendances industrielles de fond de la région, on assiste à une croissance significative des entreprises à forte teneur technologique. Ainsi, l'industrie optique/photonique (classée dans les " *produits électriques et électroniques* " dans le tableau suivant) participe à cette croissance élevée. Ce que révèle le constat suivant : " *parmi les secteurs clés sur lesquels Québec est en train de dessiner son avenir, mentionnons les biotechnologies, notamment du côté du bio-alimentaire et des aliments nutraceutiques, et des télécommunications, particulièrement au chapitre des technologies optiques.* "¹⁷

¹⁵ La situation de l'emploi au Québec, août 1998 et 1999; source, site Internet du MIC : http://www.micst.gouv.qc.ca/etat_eco/evol-stru

¹⁶ Sommet technologique, SPEQM, 1997, 29 mai 1997.

¹⁷ L'emploi explose en 1998, Les Affaires, samedi 24 avril 1999, page 43.

Tableau 1-20 Tendances industrielles en 1999 dans la région¹⁸

SECTEURS	CROISSANCE
Aliments et boissons	++
Produits chimiques et pharmaceutiques	+++
Produits électriques et électroniques	+++
Matériel scientifique et technique	+++
Construction	+
Commerce	++
Services fournis aux entreprises	+++
Hébergement et restauration	++
Divertissements et loisirs	+++
Éducation, santé et administration publique	+
Finances et assurances	+
Services personnels et autres services	+

Légende : +++ Élevée ++ Moyenne + Faible

Cependant, comme souligné¹⁹ dans le constat suivant, " Les entreprises technologiques représentent 12,5 % du total régional, toutes entreprises confondues, ce qui constitue un pourcentage légèrement inférieur à celui de l'ensemble du Québec, c'est-à-dire 13,4 %... C'est en outre pour cela qu'il faut accélérer... la création d'entreprises et d'emplois de haute technologie. Il nous faut doubler, d'ici cinq ans, le nombre d'emplois dans les entreprises de technologie de pointe de même que le nombre de ces entreprises."

Le savoir

Le Conseil de la science et de la technologie révèle que " ce sont les industries à forte intensité de savoir qui sont les plus créatrices d'emplois. Les emplois reliés aux sciences naturelles et au génie croissent trois fois plus rapidement que la moyenne des emplois. Les exigences de scolarisation dans l'ensemble de l'économie sont, elles aussi, à la hausse. "²⁰

En 1998, sur la base de données de Statistique Canada, le MIC a réalisé une étude²¹ pour mesurer la place prise par l'économie du savoir au sein des différentes industries à l'échelle du Québec et dans lesquelles on retrouve des données par région. Selon cette étude, " de 84 à 97, les industries de niveau de savoir élevé sont responsables de près de 50 % de la création d'emplois au Québec. C'est dans ces industries que la croissance, tant au niveau de l'emploi que de la production, est la plus élevée. "²² Étant donné qu'en nouvelle économie, bien que l'innovation traverse tous les secteurs industriels, le savoir va **surtout** de pair avec la haute technologie, donc avec le haut savoir.

Le tableau 2-x suivant mesure l'importance des activités relatives au **savoir élevé** au sein des régions administratives de Québec (03) et de Chaudière-Appalaches (12). Pour qualifier l'environnement régional de la Cité projetée, elle est indicative du niveau de développement des industries et services de haute technologie. En nombre d'entreprises, pour les régions de Québec et de Chaudière-Appalaches, la concentration de savoir élevé totalise respectivement 15 % et 8 %. Relativement à la population active, alors que pour l'ensemble du Québec, le pourcentage correspondant atteint 13 %, il est de 12 % pour la région de Québec et de 8 % pour celle de Chaudière-Appalaches.

¹⁸ Développement des Ressources humaines Canada, CRHC de Québec et Site Foy, 26 janvier 1999, <http://www.qc.hrdc.drhc.gc.ca/qcmetro/infoimt/asdeq/bilan.html>

¹⁹ **Vision 2010 de la technorégion Québec/Chaudière-Appalaches**, mai 97, Pierre Lacroix, ing. Ph.D., Sommet Technologique 1997.

²⁰ CSTQ, 30 juin 98, <http://www.CSTQ.gouv.qc.ca/rForm.html>

²¹ **L'économie du savoir 1984-1997**, MICSTQ, Direction de l'analyse de la conjoncture industrielle, novembre 1998. Source : <http://www.micst.gouv.qc.ca/economie-savoir/index.html>

²² Idem, page 11

Tableau 2-21 Niveau de concentration du savoir, régions de Québec et de Chaudière-Appalaches

NIVEAU DE CONCENTRATION DE SAVOIR	NOMBRE D'ENTREPRISES				POPULATION ACTIVE OCCUPÉE			
	En 97 (Rég. 03)	%	En 97 (Rég. 03)	%	En 97 (Rég. 03)	%	En 97 (Rég. 03)	%
Niveau élevé	2 299	15	868	8	34 610	12	12 900	8
Toutes les industries	15 240	100	10 765	100	288 650	100	169 240	100

Pour Québec, les taux plus importants indiqués s'expliquent par la forte présence du secteur tertiaire (secteur public et services), ainsi que par l'émergence en cours d'industries de haute technologie (biotechnologie, TI, optique/photonique, etc.). Ce qu'illustrent les tableaux 4-23 et 5-24 suivants.

Tableau 3-22 Évolution de l'emploi 1991-1996 selon le niveau de savoir²³

	Région de Québec	Le Québec
Élevé	+15 %	+11 %
Moyen	-2,4 %	-1,9 %
Faible	+1,6 %	-0,1 %
Toutes industries²⁴	+2,1 %	+0,9 %

Tableau 4-23 Comparaison de niveau de savoir entre la région et le Québec

	Région de Québec	Le Québec
Élevé	17,6 %	16,8 %
Moyen	38,4 %	40,5 %
Faible	44,0 %	42,7 %

L'ensemble de ces données et constats signale que la Cité s'édifie dans un environnement régional propice, surtout à Québec qui a pris le virage vers la nouvelle économie.

Le bassin de main-d'œuvre spécialisée pour l'industrie de l'optique/photonique

Hautement sophistiquée, l'industrie de l'optique/photonique, en passage de l'émergence à " l'adolescence ", repose essentiellement sur des travailleurs hautement qualifiés (maîtrise et doctorat) non seulement en sciences et génies de l'optique/photonique, mais aussi dans plusieurs autres disciplines connexes de même qu'en gestion et en commercialisation, etc. Le tableau 4-x ci-dessus est un indicateur du bassin potentiel existant de main-d'œuvre pour cette dernière à l'échelle de la grande région de Québec.

²³ Idem note 21.

²⁴ Le " Total industrie " comprend l'industrie de La région au complet, c'est à dire celles qui ont un niveau de concentration de savoir (élevé, moyen ou faible) et celles qui n'en ont pas du tout.

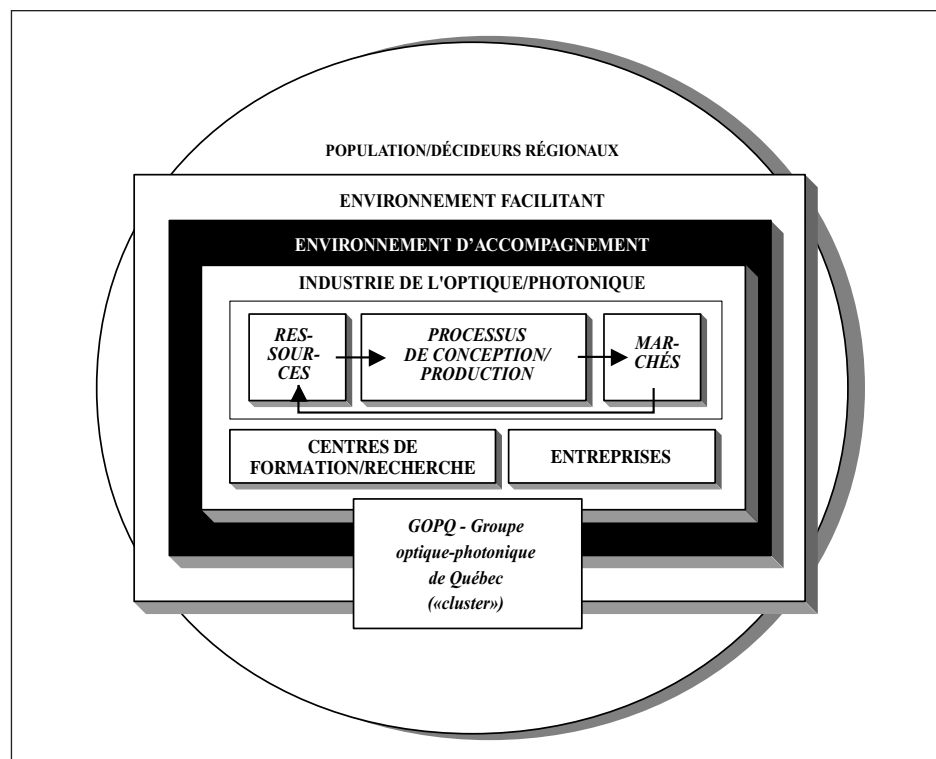
Tableau 5-24 Professions pouvant être reliés à l'optique/photonique dans les régions de Québec et Chaudière-Appalaches²⁵ - 1997

CNP	Professions	Total Emploi estimé	Total Chômeurs
0210	Directeurs de services en génie, sciences et architecture	315	10
0213	Directeurs de systèmes et de services informatisés	390	15
0611	Directeurs des ventes, marketing et de la publicité	2 115	60
0911	Directeurs de la fabrication	1 305	50
1421	Opérateurs d'ordinateurs	685	45
2111	Physiciens et astronomes	220	35
2133	Ingénieurs électriciens et électroniciens	450	0
2147	Ingénieurs informaticiens	435	25
2148	Autres ingénieurs n.c.a	150	15
162	Analystes de systèmes informatiques	4 515	60
2163	Programmeurs	2 595	160
2241	Technologues et techniciens en génie électronique et électrique	1 045	50
4163	Experts conseils, agents et recherchistes en développement économique et en marketing	410	60
5125	Traducteurs, terminologues et interprètes	450	40
7243	Électriciens de réseaux électriques	180	0
7245	Monteurs de ligne et câbles de télécoms	160	35
7246	Installateurs et réparateurs de matériel de télécoms	635	25
	Total	16 055	685

Source : Emploi Québec, mai 1999, **CNP tous secteurs confondus dans les régions 03 et 12**; Projections 1997 basées sur le recensement 1996.

²⁵ Emploi Québec a utilisé les matrices de secteurs connexes pour effectuer une évaluation du nombre d'emplois en optique/photonique. En l'absence de données officielles de Statistique Canada, les catégories d'emplois représentées sont celles qui touchent de près ou de loin à l'industrie de l'optique et de la photonique. Le prochain recensement sera effectué en 2001.

2.4.2 La Technorégion de Québec, comme lieu d'accompagnement de la Cité



Depuis plus de 15 ans, la grande région de Québec fait de la haute technologie une priorité de développement économique. Un objectif identifié depuis les années 80 est de constituer à l'échelon du grand Québec une véritable " **Technorégion** ". Plusieurs événements, actions et réalisations ont marqué cette **intention**. Le Groupe d'action pour l'avancement technologique et industriel de la région de Québec (GATIQ), fondé en 1983, s'est récemment donné pour but de donner à cet objectif " *une impulsion nouvelle et une vision commune...*, avec d'autres partenaires du privé et du public. "26. À l'exemple de ce qui se passe dans la région d'Ottawa, il s'agirait, si cette intention se concrétisait, d'un atout majeur à l'orée de l'économie nouvelle de type XXI^e siècle

Définition de la Technorégion

Comme définition de la Technorégion de Québec, bien que générale, reprenons ce qu'en dit le Conseil régional de développement et concertation de Québec (CRCDQ) :

- " ... Un ensemble territorial distinctif reconnu internationalement pour ses activités intensives en matière de recherche et de développement technologique appliqués à l'entreprise. "27
- " La Technorégion de Québec-Chaudière-Appalaches vise à intensifier les transferts technologiques entre les entreprises de recherche et les entreprises et la création d'entreprises à forte valeur ajoutée. Le but est de profiter du potentiel spécifique des deux régions dont l'une est bien pourvue en centres de recherche et l'autre en entreprises manufacturières. "28

²⁶ GATIQ, **Vers une politique pour confirmer Québec comme capitale technologique**, Rapport du groupe de travail sur la haute technologie présenté au Comité interministériel sur la Capitale, mars 1998.

²⁷ CRCDQ, Document, 1992.

²⁸ CRCDQ, **Planification stratégique de la région de Québec**, juin 99, page 55.

Un projet davantage qu'une réalité opérationnelle

Significativement, aujourd'hui, aucun document ne décrit de manière cohérente les composantes, ni, d'une façon exhaustive, le fonctionnement de la Technorégion. Selon les intervenants rencontrés, il semble, qu'elle soit en pratique **d'avantage un projet qu'une réalité**.

La fragilité de la Technorégion ne permet pas, aujourd'hui, d'envisager d'y ancrer solidement la Cité. D'emblée, indiquons que **ces " limites " majeures constatées à son fonctionnement réel constituent une contrainte importante à son édification rapide et efficiente**. Il appartiendra à sa direction et à ses services " légers " de coordination proposés de " naviguer " au sein de cette " multitude " d'acteurs. Car pour une entreprise seule, encore moins pour un jeune entrepreneur, il est ardu de s'y retrouver.

À tout le moins, la situation de la Technorégion reflète la jeunesse " technologique " de la région qui, depuis peu, s'est véritablement mise en route vers la nouvelle économie. Les impératifs de société incitent pourtant à la concertation, au réseautage voulu et essentiel entre partenaires régionaux. Il y a même urgence à agir. À l'évidence, le milieu régional est en train d'acquiescer entreprise par entreprise, initiative par initiative, **multipliant les compétences individuelles**, une expérience pratique élargie des situations d'affaires au sein des marchés hautement compétitifs, sinon féroces, de la haute technologie mondiale. Cependant, sans structure faîtière adéquatement orientée et dotée de ressources et de capacités d'actions étendues, la disharmonie actuelle du " chacun pour soi " régional va " naturellement " continuer à sévir.

La section suivante n'a donc pas pour but de " résoudre " ²⁹ les questions entourant la viabilité de la Technorégion. En fonction strictement du développement de la " Cité ", elle énumère et décrit les pôles et les organisations régionaux en haute technologie les plus **propices** à l'accompagner de près. Pour certains, des considérations particulières sont formulées.

2.4.2.1 Les pôles technologiques connexes à l'optique/photonique dans la région

Les pôles d'excellence technologique de la région identifiés par le Groupe de travail sur la haute technologie³⁰ sont : " le bioalimentaire; le biomédical et sciences de la vie; la foresterie; les métaux, minéraux et matériaux nouveaux; la pétrochimie et la plasturgie; **la photonique, l'optique et le laser**; les technologies de l'environnement; les technologies de l'information, la géomatique et le multimédia. " De ces derniers, trois sont connexes au plan technologique à l'optique/photonique. Diverses organisations entourent ces pôles, auprès desquelles la Cité est susceptible d'établir des liens concrets de coopération.

Les technologies de l'information et des communications (TIC)

Les technologies de l'information et des télécommunications occupent de plus en plus de place dans l'activité économique de la région. En 1997, la Société de promotion et de développement économique du Québec métropolitain (SPEQM) a recensé près de 300 entreprises et centres d'expertise qui employaient près de 10 000 personnes dans sept filières, soit : les télécommunications, l'informatique, le multimédia, la géomatique, l'automatisation/robotique et l'instrumentation.

Dans le secteur de **l'informatique**, on distingue généralement les manufacturiers d'équipement informatique, les producteurs de logiciels et les firmes de services conseils et intégrateurs.³¹

En ce qui concerne l'industrie des **télécommunications**, celle-ci est composée de fournisseurs de services et de fabricants d'équipements de télécommunications, de producteurs de matériel électronique grand public et de câblodistribution. Dans l'ensemble des pays industrialisés, les télécommunications sont considérées comme une industrie hautement stratégique. C'est d'ailleurs le cas au Québec où les télécommunications sont responsables de plus de 60 % des recettes de l'industrie des technologies de l'information. La réalisation du projet Synapse pourrait constituer une plate-forme technologique d'intérêt direct d'expérimentation pour le développement de l'expertise de l'industrie optique/photonique de la région au plan de la mise au point de technologies optiques de communications de fine pointe, un secteur actuellement des plus effervescents. Par exemple, la mise au point de composants de fin de boucle locale, en fonction des entreprises comme des foyers (ex. " Fiber-to-the-Home " ou " FTTH "), pourrait être une niche prometteuse.

²⁹ En effet, l'analyse de la situation de la Technorégion et l'élaboration de propositions de solutions à lui apporter dépassent le cadre de ce projet.

³⁰ Idem

³¹ Idem



Pour certains analystes, l'industrie de l'optique/photonique doit être classée dans cette catégorie. Ce qui s'explique par le fait que la majorité de ses produits et services généraux lui sont destinés (voir la section 1.1 précédente). Cependant, dans la région, l'essentiel de sa production concerne l'instrumentation (tests et mesures) dont une partie appréciable est destinée aux industries des TIC.

Pour favoriser un meilleur essor de l'industrie, **la Cité devrait en priorité favoriser des rapprochements, alliances, collaborations, etc. avec le pôle industriel des TIC, le plus " connexe " de celui de l'optique/photonique, notamment en matière de communications optiques.**

Le multimédia

Bien qu'il puisse être classé parmi les TIC, les actions régionales majeures en cours en matière de multimédia expliquent que celui-ci est considéré de manière distincte. **Procédé hybride** davantage qu'une technologie pure, le multimédia, résulte d'une combinaison de plusieurs techniques et savoir-faire dans des applications diverses : médias et industries culturelles (audiovisuel, enregistrement sonore, édition imprimée, etc.), les télécommunications (Internet pour le " en ligne "), l'informatique, les communications d'entreprise, etc. Les nouvelles technologies de numérisation et de compression permettent d'assembler des contenus autrefois indépendants comme l'image fixe et en mouvement, la musique et le texte, dans un environnement interactif. Aussi, les produits et services multimédias peuvent être stockés sur **disques optiques** ou autres supports, ou encore être transmis en direct.³² La région de Québec compte aujourd'hui plus de 70 entreprises avec en plus des mesures et incitatifs fiscaux spécifiques pour promouvoir le multimédia, comme le regroupement dans la Cité du multimédia de Québec (dans un quadrilatère en rénovation de la ville de Québec) du Centre de développement en technologies de l'information (CDTI) et du Centre national des nouvelles technologies de Québec (CNNTQ), orienté vers la culture.

Par exemple, en fonction du projet Synapse, en y ajoutant un volet grand public, certaines de ces entreprises pourraient se préparer à l'avènement explosif d'ici 5 à 8 ans des services multimédias " en ligne " au sein de ce qui se prépare AUJOURD'HUI MÊME À GRANDE VITESSE aux États-Unis, sous le vocable de " TVI " (pour télévision interactive : intégration de la TV, Internet et du PC, télévision numérique, haute définition ou " HDTV, etc.).

La géomatique

La géomatique a pour objet l'acquisition, la gestion et la diffusion de données à référence spatiale, c'est-à-dire pouvant être localisées sur le territoire. Elle est le résultat, de l'interrelation de plusieurs disciplines : la géodésie, la photogrammétrie, la télédétection, la topométrie, l'hydrographie, la cartographie, les systèmes d'information à référence spatiale et la législation foncière. Les entreprises privées, les organisations gouvernementales et les centres de recherche et de transfert en géomatique situés dans la région de Québec constituent un bassin d'expertise unique en Amérique du Nord, par sa concentration et sa diversité.³³ Les technologies de détection laser ont un rôle à y jouer.

Le Centre de recherche industrielle du Québec, CRIQ

La mission du CRIQ est de " stimuler le développement économique du Québec en accompagnant les entreprises dans leur démarches d'innovation. Il met à leur service, selon une approche globale de leurs besoins, des expertises à la fine pointe des connaissances dans les domaines :

- Des technologies de la fabrication;
- De l'information industrielle et technologique;
- De la normalisation.³⁴

L'une des forces industrielles de la région en optique/photonique est la mise au point et la fabrication d'instruments utilisés en procédés industriels divers. À noter, l'expertise du CRIQ en laser industriel de soudure et de traitement de surface. Compte tenu des champs d'actions et services étendus du CRIQ, il serait possible de favoriser par la Cité l'élargissement à tous les secteurs et entreprises innovantes de l'économie de retombées des activités d'une partie appréciable des entreprises et centres en optique/photonique de Québec. Ce qui signifie de **réaliser une collaboration suivie**

³² L'industrie du multimédia : un secteur en plein essor, Technologies de l'information, SPEQM.

³³ La région de Québec : un centre d'excellence en géomatique, Technologies de l'information, SPEQM.

³⁴ <http://www.criq.qc.ca>

avec celui-ci, voire d'en faire un " membre associé " de la Cité. Par le CRIQ notamment, des coopérations avec les autres pôles technologiques (ex. environnement, foresterie, etc.) sont aussi possibles. Sur ce plan, tout désigné pour ce faire, l'INO est en mesure d'agir en concertation accrue pour l'industrie en accentuant ses initiatives existantes au plan des procédés industriel optique/photonique.

2.4.2.2 Les organismes d'accompagnement du développement d'entreprises

La Technorégion regroupe plusieurs organisations dont la fonction est axée, en tout ou en partie, sur le développement des entreprises de haute technologie. On retrouve notamment la Société de promotion économique du Québec métropolitain (SPEQM), Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches; le Parc technologique du Québec métropolitain (PTQM) et Emploi Québec.

La Société de promotion économique du Québec métropolitain (SPEQM)

" La mission de la SPEQM est d'accroître l'économie de base de la région en favorisant la prospection de l'investissement auprès des clientèles nationales et internationales, la promotion de l'exportation et l'émergence et le développement des entreprises technologiques. "³⁵ Les actions prioritaires de la SPEQM concernent les principaux axes stratégiques suivants :

- " La prospection de l'investissement manufacturier;
- La promotion de l'exportation;
- L'émergence d'entreprises;
- Le rayonnement international;
- La production cinématographique et télévisuelle;
- La protection des acquis et autres initiatives. "

Une partie des activités de promotion nationale et internationale (ex. production de dépliants publicitaires imprimés) et de certaines actions industrielles (ex. participation commune à des foires) de la Cité pourraient avantageusement être partagées avec la SPEQM. Plus spécifiquement, la prospection nationale et internationale visant à attirer à Québec des entreprises actives en optique/photonique, situées à l'extérieur de la région, pourrait lui être confiée en partenariat. Dans le même sens, l'activité Opto-Contact qu'organise déjà l'organisme, pourrait prendre de l'envergure en s'inscrivant dans un cadre de réalisation coopératif avec la Cité. Limitée par l'étendue d'un mandat couvrant tous les secteurs économiques traditionnels comme nouveaux et en l'absence d'un cadre directeur régional " clair " en matière d'actions spécifiques en haute technologie, il demeure que la SPEQM puisse devenir un partenaire promotionnel efficace de la Cité.

Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches

La mission de la société de capital de risque Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, société d'État du gouvernement du Québec, est de promouvoir les initiatives d'innovation technologique sur son territoire et ainsi d'y améliorer la compétitivité et la croissance économique, tout en assurant un rendement financier à ses investissements pour permettre la continuité de son action. La taille des investissements est limitée à un minimum de 100 000 \$, mais peut atteindre un maximum de 5 000 000 \$, sur un horizon d'investissement de 5 à 8 ans. Récemment Innovatech a participé au financement d'entreprises en optique/photonique de la région et, également, a initié et cofinancé le projet de la Cité de l'optique. Pour cela, elle constitue un acteur majeur proche du développement des entreprises de l'optique/photonique de la région.

" La Société est avant tout un outil financier, les objectifs principaux sont les suivants :

- Participer au financement d'initiatives commerciales, industrielles et scientifiques visant à rehausser la capacité d'innovation technologique sur le territoire des régions qui relèvent de la société et indirectement dans le Québec tout entier.
- Investir dans des projets propices à la création d'effets structurants et de partenariat et susceptibles de développer l'innovation et de favoriser la création d'emplois dans le secteur de la haute technologie.

³⁵ SPEQM, Rapport annuel 1998, page 8.

- *Inciter par ses investissements d'autres sources de provenance nationale ou internationale à investir dans la région.*
- *S'assurer que ces initiatives permettront la création d'emplois durables et d'obtenir un certain rendement qui permettra à la Société de s'autofinancer en totalité à plus ou moins long terme.*
- *Favoriser le développement des secteurs à haut potentiel d'exportation.³⁶*

Le Parc technologique du Québec métropolitain (PTQM)

La problématique du Parc technologique du Québec métropolitain renvoie directement à celle relative à la Technorégion introduite précédemment (voir le début de la grande section 2.4.2)³⁷ Dans les années 80, influencée par la vogue des technopôles³⁸ à la façon " Silicon Valley ", **plus que tout autre réalisation, le Parc matérialisait l'idée novatrice de constituer une Technorégion dynamique dans la région.** Mais depuis ce temps, l'histoire réelle de l'organisation du Parc est marquée par une survie³⁹ difficile. Il demeure que cette pièce voulue maîtresse de la Technorégion constitue aujourd'hui le principal foyer régional de localisation d'entreprises et de centres de recherche en haute technologie, dont l'INO constitue un des fleurons en optique/photonique.

Face aux **acquis indéniables du Parc** et aux problèmes continus auxquels il est confronté, la direction du PTQM travaille intensément à des solutions de relance. Celle-ci a effectué un bilan des dix dernières années d'existence du PTQM et dressé des perspectives d'avenir en identifiant des projets de développement. **Il importe que l'on statue de toute urgence sur son avenir. Cela suppose d'inscrire celle-ci dans le renouvellement des orientations et structures régionales d'ensemble en matière de développement d'industries de haute technologie dans la région de Québec. Ce qui renvoie donc à celles de la Technorégion.**

D'autant plus que certains intervenants de l'industrie ont fait valoir dans le cadre de ce travail que le Parc pourrait devenir le lieu **visible** d'existence de la Cité. Étant donné l'historique " immobilier " entourant la gestion du Parc, surtout face aux surcoûts qui y sont associés, beaucoup d'autres rejettent cette idée. Après analyse, néanmoins, cette solution demeure des plus intéressantes à considérer. Elle n'impose pas aux entreprises et centres de se concentrer dans le Parc, mais soulève la possibilité d'y loger son " petit " centre de services de coordination et d'affaires en ligne.

Plus largement, quelques intervenants rencontrés voient un avantage à déterminer au Parc une vocation spécialisée en optique/photonique en y " focalisant " une partie du développement futur de l'industrie à Québec, et cela, sans défavoriser en quoi que ce soit les entreprises et centres établis ailleurs dans la région.

Emploi Québec

Étant donné leur forte croissance, l'importance de la main-d'œuvre et de la formation spécialisée est cruciale pour les entreprises et centres de l'industrie. Emploi Québec joue déjà pour eux un rôle actif de soutien dans le recrutement et la mise en œuvre de programmes de formation ponctuels. Cet acteur est à rapprocher du cœur d'existence de la Cité. Il est assuré qu'il interviendra fortement dans les prochaines années pour accompagner l'important essor prévu de l'industrie, d'autant plus que dynamisé par la Cité. Une coordination étroite avec cet organisme constitue une des raisons opérationnelles du service à mettre en place pour la Cité.

2.4.2.3 Autres acteurs potentiels d'accompagnement au développement des entreprises et centres en optique/photonique

Plusieurs organisations d'envergure régionale s'occupent de différentes fonctions de soutien et d'accompagnement des entreprises. Cette diversité constitue une occasion de choix pour la direction éventuelle de la Cité qui aura une possibilité de sélectionner ses collaborations à privilégier avec les acteurs qui lui apparaîtront les plus efficaces.

³⁶ Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, **Rapport Annuel 1998.**

³⁷ Voir aussi la section suivante " 2.4.2.4 Une action régionale concertée en optique/photonique par l'entremise de la Technorégion ? ".

³⁸ Voir la section précédente " 2.3.1.2 Conditions nécessaires et suffisantes de réussite ".

³⁹ Dans un tout autre contexte régional, un certain parallèle est à faire avec la problématique historique des Technoparcs montréalais, eux aussi produits des années 80.

⁴⁰ GATIQ, plan d'action 1999-2000.



Le Groupe d'action pour l'avancement technologique et industriel de la région de Québec (GATIQ)

Créée en 1983 au moment de la tenue du Sommet socio-économique de la grande région de la Capitale, le GATIQ a pour mission de " *Bâtir une technorégion de renommée mondiale en favorisant la création et le développement d'entreprises à forte valeur ajoutée en lien avec les forces du milieu de la recherche et du développement scientifique et technologique.*"⁴⁰ Le GATIQ s'est doté d'un plan d'action 1999-2000 qui vise à développer des projets à valeur ajoutée aux entreprises.

Concernant l'optique/photonique, le GATIQ s'est récemment impliqué au sein du GOPQ, afin de proposer la prise en charge d'activités pour le " cluster ".⁴¹ De plus, il organise des ateliers de familiarisation pour ses membres sur des thèmes tels que l'optique/photonique ou encore les technologies de l'information.

Cependant, compte tenu de ses intentions de " chef de file " régional en haute technologie, en comparaison avec l'OCRI de la région d'Ottawa-Carleton ou de l'AGIT de la région d'Aachen en Allemagne, le GATIQ, hors son rôle d'animation régionale, est loin de disposer du cadre stratégique, d'une reconnaissance établie d'acteurs moteurs au sein de l'industrie et des ressources appropriées à ses " volontés "... Il appartiendra aux futurs dirigeants de la Cité de définir des objets et modalités de collaboration future avec celui-ci.

Le Bureau de valorisation de la recherche (BVAR)

L'Université Laval a mis sur pied un Bureau de valorisation de la recherche, BVAR, dont l'objectif est de favoriser les transferts de technologie. Un nouveau plan d'affaires est proposé afin de dynamiser les activités du BVAR et modifier son appellation en celle de Centre de valorisation de la recherche ou CVAR. Si elle se concrétise, cette réorientation, pourrait être fort intéressante pour l'industrie et la région considérant l'importance des transferts technologiques de l'Université facilités par un accompagnement structuré en création d'entreprises pour l'optique/photonique :

- L'Université Laval, en mesure de transférer plus aisément les résultats des travaux de ses chercheurs de façon dynamique et rentable vers l'industrie.
- Les chercheurs bénéficiant de la sorte d'un dispositif d'encadrement adéquat de démarrage de projet d'entreprise.
- Les investisseurs mieux assurés d'une gestion efficace du mécanisme de transfert.
- L'enrichissement régional d'ensemble, puisque le transfert de technologie touche différentes dimensions économiques et sociales, soit la diffusion induite de la culture entrepreneuriale et la création facilitée d'entreprises et d'emplois dans la région.

La mission du CVAR serait la suivante : " *Dans le but de valoriser les découvertes et les résultats de recherche issus des laboratoires universitaires, le CVAR scrute proactivement les filières de recherche porteuses de développements commercialisables et crée, en collaboration avec divers partenaires, des corporations de R&D pour valoriser les technologies retenues. CVAR fournit les services de gestion à ces corporations de R&D. Ces ressources humaines agissent également en synergie avec les chercheurs dans la conduite du projet de valorisation.*"⁴²

Le CVAR devenant opérationnel, la Cité pourrait considérer avec ce dernier des coopérations fructueuses à un triple point de vue : transfert technologique en optique/photonique, valorisation de l'entrepreneuriat auprès des chercheurs et diplômés de l'Université et encadrement (parrainage ou mentorat) de nouvelles entreprises.

Le Centre régional de développement d'entreprises (CREDEQ)

De type pépinière de nouvelles entreprises ou " incubateur ", le CREDEQ offre divers services de conseils de support et d'encadrement aux entreprises en démarrage de la région, dont un certain nombre d'entreprises technologiques. Il dispose de deux sites : l'un dans le Parc industriel Saint-Malo et l'autre dans le Parc technologique du Québec métropolitain. Cependant, lui non plus, son avenir n'est pas assuré. Considérant un avenir aujourd'hui précaire, en fonction de l'évolution de sa situation, la direction de la Cité aura à décider des modalités de collaborations possibles avec celui-ci.

⁴¹ Offre de services du GATIQ au GOPQ, 18 août 99.

⁴² Sommaire exécutif du plan d'affaires du CVAR, version révisée en janvier 1999

Entrepreneuriat Laval

Entrepreneuriat Laval offre des services visant l'amélioration de la formation des futurs entrepreneurs, en leur offrant l'encadrement nécessaire pour démarrer leur entreprise.

Le projet de Parc technologique de Saint-Augustin

Déjà existent de facto plusieurs concentrations " territoriales " d'activités industrielles et de recherche en haute technologie dans la région de Québec : en biotechnologie, autour du CHUL et, en émergence, en multimédia dans le quartier Saint-Roch que dynamisent les mesures fiscales associées aux CDTI et CNNTQ.

Autre zone industrielle spécialisée et organisée en voie d'apparition, distinctement de son Parc industriel déjà bien déployé et équipé, la municipalité de Saint-Augustin a amorcé un développement complémentaire orienté vers les entreprises de haute technologie. À ses premiers pas, il emprunte à la formule d'encadrement de nouvelles entreprises des " Business Centers " des États-Unis.

Cette multiplication naissante dans la région de lieu de concentration industrielle spécialisée en un domaine ou de type multitechnologique, apparentée aux " Science-Park-à-la-Silicon-Valley ", rejoint en tout point ce que l'équipe de projet a observé en Europe. Cette tendance milite en faveur d'une Cité aux composantes éclatées sur le territoire, sans fermer la porte à un lieu plus identifiée.

Ressources Entreprises

Partenaire régional d'Info-Entrepreneurs d'Industrie Canada, Ressources Entreprises est une corporation à but non lucratif qui donne accès à des services publics et privés de soutien au développement d'entreprises. Des ententes sont conclues avec différents partenaires : entreprise privée, consultants, organismes publics ou parapublics pour faciliter les activités des entrepreneurs. " Ressources Entreprises offre d'abord aux entreprises du Québec Métropolitain formées depuis zéro à cinq ans et dont les besoins se situent à la phase de sensibilisation, de pré-démarrage, de démarrage ou d'expansion, des services d'accueil et d'information ainsi que des services de diagnostic, de référence et de suivi. "43

Le Centre francophone d'informatisation des organisations (CÉFRIO)

" Le Centre francophone d'informatisation des organisations a été fondé en 1987, sa mission est de contribuer à l'amélioration de la performance des organisations par l'appropriation des technologies de l'information et de communication. Trois moyens clés sont privilégiés :

- Favoriser l'application des résultats de la recherche pertinente dans les organisations;
- Transférer les savoirs et les savoir-faire stratégiques les plus utiles;
- Diffuser les informations liées à notre domaine d'expertise. "44

2.4.2.4 Une action régionale concertée en optique/photonique par l'entremise de la Technorégion ?

Force est de constater, qu'en tant qu'acteur " collectif " en mesure d'aider la Cité, dans son cadre actuel, la " Technorégion " représente, pour reprendre un commentaire recueilli, un " potentiel encore en devenir ". Certes, et beaucoup le souhaitent, il pourrait en être autrement à l'exemple de ce qui se produit ailleurs dans le monde et au Canada. Aujourd'hui, sans cadre ni moyens directeurs, il apparaît que la Technorégion est surtout une juxtaposition d'acteurs. Ceux-ci font de leur mieux, et certains avec succès, sans interrelation opérationnelle les uns avec les autres, agissant au meilleur de leur bonne volonté. Pour " assurer " tant bien que mal leur survie sans cesse " menacée " qu'obligent les modalités de leur financement public, certains n'ont d'autre choix que d'empiéter sur d'autres missions, voire de se concurrencer.

Dans les faits, la concertation dont on fait largement mention dans les intentions et discours, est faible selon les témoignages entendus. De plus, les ressources sont dispersées. Surtout, aucun lieu de cohésion ne permet de faire jouer de concert cette Équipe-Québec que pourrait former la Technorégion au sein de la concurrence mondiale. Pour cela s'im-

⁴³ Un guichet multi-services pour l'entrepreneuriat, Roger Turgeon, Capital-Québec, été 1999.

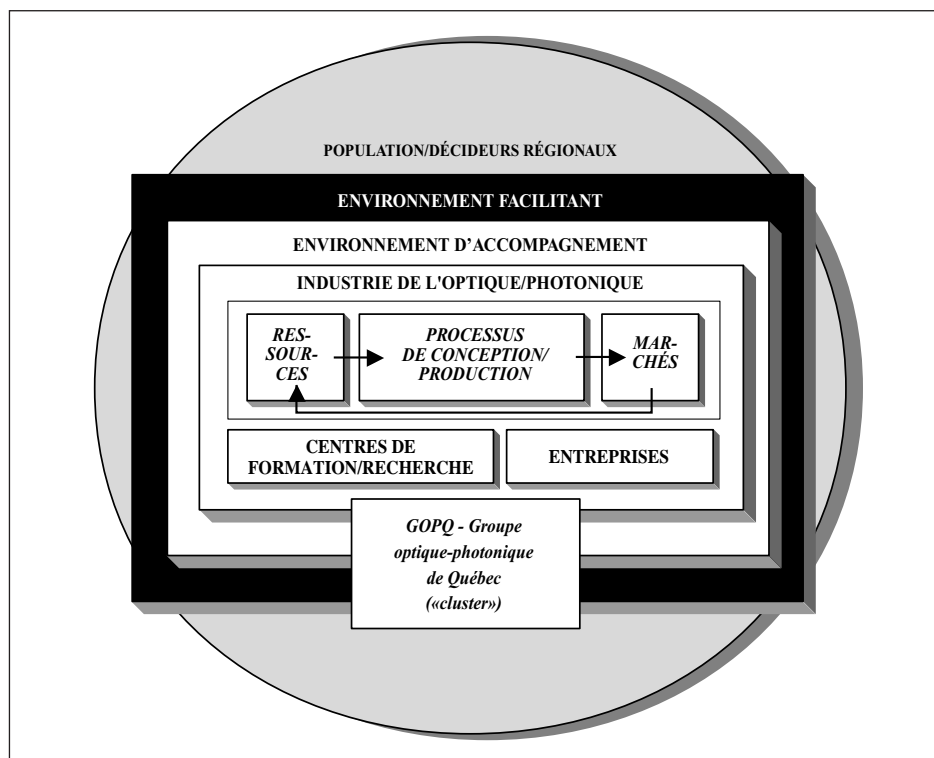
⁴⁴ <http://cefrio.qc.ca>

poserait qu'un leadership stratégique régional (planification spécifique de type nouvelle économie, réingénierie fonctionnelle, ré-allocation de ressources, etc.) fasse consensus entre les acteurs concernés en haute technologie.

Comme le souligne le CRCDQ dans son rapport intitulé **Planification stratégique de la région de Québec**, il faudrait " Identifier entre les organismes de la région de Québec et leurs partenaires des autres régions du Québec des éléments d'interdépendance afin de réaliser des projets communs " et que " la concertation se réalise dans le respect de l'autonomie et des mandats des organismes impliqués. Pour ce faire, il est essentiel de s'assurer que tous les intervenants en présence connaissent et comprennent le rôle joué par chacun d'eux, ainsi que les raisons qui les motivent à s'impliquer. "⁴⁵

Vis-à-vis de la Cité de l'optique, la situation de la Technorégion, lorsqu'on la compare à des exemples extérieurs, ne permet pas aujourd'hui de considérer y fixer adéquatement une organisation telle que le " Système-Cité " préconisé. Ce qui rendra plus difficile sa naissance et son développement.

2.4.3 L'environnement facilitant



Dans la section suivante, la " sphère " de la " population et décideurs régionaux " est en quelque sorte considérée. D'autres " ingrédients " de succès seraient aussi à prendre en compte telle la présence des sociétés de services conseils en haute technologie : aux plans juridiques (droits, brevets, etc.), gestion, finance, etc. Dans une Capitale nationale comme celle de Québec, prises ici relativement pour acquises, elles sont nombreuses.

2.4.3.1 Organismes généraux de facilitation

Au niveau des organismes généraux, présents dans la région, on retrouve : la Chambre régionale de commerce de Sainte-Foy; la Chambre de commerce et de l'industrie du Québec métropolitain (CCIQM) et le Conseil régional concertation et de développement de la région de Québec (CRCDQ).

Aussi, directement ou indirectement présents dans région, outre Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, on retrouve plusieurs organismes de financement d'entreprises et de projets technologiques tels que, par exemple, Investissement-

⁴⁵ " Défi du développement concerté de la région ", chapitre 2, page 31, CRCDQ.

Québec, la Société générale de financement du Québec (SGF), certaines instances de la Caisse de dépôt et de placement du Québec, le bureau régional du Fonds de Solidarité, etc..

La Chambre de commerce et de l'industrie du Québec métropolitain (CCIQM)

En fonction de la Cité, outre ses échanges avec l'industrie, l'initiative particulière à retenir de la CCIQM est l'animation régionale en haute technologie par l'entremise de " *Les tables du GRAPPE* ". Créée en 1992 par la CCIQM avec ses partenaires socio-économiques, le GRAPPE (Grand réseau des acteurs des promoteurs du partenariat économique) réunit en réseau virtuel les entrepreneurs, les gestionnaires, professionnels et autres intervenants de la grande région de Québec. Une table optique/photonique en fait partie.

Le Centre de commerce international de l'Est du Québec (CCIEQ)

Le CCIEQ est un organisme sans but lucratif parrainé depuis ses débuts par la CCIQM en 1997. Le Centre a pour double mission de :

- Favoriser l'accès aux entrepreneurs de l'Est du Québec à de nouveaux marchés;
- Défendre les intérêts commerciaux des entreprises utilisatrices de services internationaux.⁴⁶

La Chambre régionale de commerce de Sainte-Foy

En fonction de la Cité, notons que la majorité des organisations de l'industrie est établie dans la municipalité de Sainte-Foy. Une des particularités d'intérêt à l'égard de la Chambre est sa préoccupation active en matière de haute technologie. Chaque année, elle organise un " *Rendez-vous technologique* ". De plus, des tables de discussion, appelées CIDT, ont été mises en place, dont, tout récemment, un CIDT en optique/photonique. En outre, pour faciliter les échanges internationaux de ses membres, la Chambre de commerce de Sainte-Foy est à établir des partenariats avec des Chambres de commerce en Europe et aux États-Unis portant sur des échanges de type réseautage international sur des thèmes reliés à la haute technologie. Depuis septembre 1999, un réseau Intranet est en opération pour fournir des vitrines technologiques aux entreprises et centres de recherche, dont ceux de l'industrie optique/photonique de la région.

Le Conseil régional concertation et de développement de la région de Québec (CRCDQ)

Le Conseil régional de concertation et développement de la région de Québec regroupe les décideurs des municipalités régionales de comté (MRC), de la Communauté urbaine de Québec (CUQ) et des principaux secteurs socio-économiques afin d'assurer la concertation et le développement socio-économique de la région de Québec. Son mandat est de " *favoriser la concertation entre tous les intervenants régionaux et de donner des avis au ministre sur tout ce qui touche le développement régional.* " ⁴⁷ Le CRCDQ réalise un plan stratégique identifiant des axes et priorités de développement social, économique et culturel pour la région. Bien qu'il fasse place aux industries de haute technologie, il ne permet pas d'orienter spécifiquement la Technorégion. Au plan de la concertation, la Cité devrait collaborer avec la CRCDQ en ce qui concerne les questions générales (ex. la qualité de vie) de nature locale et régionale pour l'industrie.

2.4.3.2 Les sociétés de financement

Outre Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, directement ou indirectement, plusieurs institutions de financement en développement d'entreprises en haute technologie sont présents dans la grande région de Québec, tels que, à titre d'exemple : Investissement-Québec, Société générale de financement du Québec (SGF), certaines instances de la Caisse de dépôt et de placement du Québec (Sofinov, notamment), le bureau régional du Fonds de Solidarité, etc.

Investissement-Québec

La création de cette nouvelle société de financement public a été annoncée dans le discours du budget 1998-1999 du gouvernement du Québec. Créée par une loi adoptée en juin 1998, Investissement-Québec regroupe les ressources de l'ancienne Société de développement industriel (SDI) et celles de la Direction générale des investissements étrangers du MIC.⁴⁸ La taille des investissements accordés est d'un minimum de 50 000 \$ pour un horizon d'investissement de 10 ans. Elle a aussi pour mission d'accompagner le développement des entreprises et des secteurs dans lesquels elle intervient.

⁴⁶ Voir détails sur l'annexe 1.

⁴⁷ **Rapport d'activité 1998-1999**, CRCDQ.

⁴⁸ <http://www.sdi.gouv.qc.ca>

Société générale de financement du Québec (SGF)

La SGF du Québec a pour mission de " réaliser en collaboration avec des partenaires et à des conditions normales de rentabilité, des projets de développement économique. "49 Ces champs d'intervention en haute technologie concernent les produits de télécommunications, les centres d'expertise et de programmation, les semi-conducteurs et composants électroniques et les contenus interactifs multimédias d'avant-garde. La taille des investissements est d'un minimum de 10 millions de dollars pour un horizon de long terme.

2.4.3.3 Les instances gouvernementales québécoises et canadiennes

A) LE GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

Le ministère des Finances (MF)

Depuis plusieurs années, en fonction de l'économie québécoise toute entière, le ministère des Finances agit proactivement en matière de nouvelle économie, d'innovation et de haute technologie. Outre les grandes institutions de financement public sous sa responsabilité, parmi les plus dynamiques des pays de l'OCDE, les principales actions déployées sont de l'ordre de l'orientation économique et des mesures fiscales (dont la superdéduction et une aide bonifiée en R&D). De plus, il est à la source d'initiatives régionales intégrées de développement comme :

- la Cité du multimédia de Montréal;
- les Centres de développement des technologies de l'information (CDTI), dont un est créé à Québec;
- les Carrefours de nouvelle économie (CNE), en région (12 sont prévus);
- le Centre national des nouvelles technologies de Québec (CNNTQ), voué aux applications en matière d'arts et de culture;
- une participation financière au Carrefour des technologies de l'information et du multimédia (CARTIM), situé à Québec - un lieu de concertation fournisseurs de services spécialisés répondant aux besoins des entreprises des TI et du multimédia de la région;
- **un soutien très déterminé, dont des mesures fiscales spécifiques, contenu dans l'énoncé du dernier budget, 1999-2000, au projet de la Cité de l'optique de Québec.**

Dans ce sillage d'initiatives, suite au Budget rendu public en mars 1999, le ministère des Finances a mis sur pied le **Bureau de développement de la nouvelle économie (BDNE)**. Il s'agit d'un guichet unique relevant du MF pour simplifier et accélérer l'accès des entreprises de la nouvelle économie aux divers programmes et avantages fiscaux qui leur sont destinés, de même que pour accréditer les intervenants admissibles aux différents " cité ", centres et carrefours mis en place.

Il s'agit donc du principal " allié " facilitant sur lequel la Cité éventuelle pourra compter, non seulement sur le plan des orientations et de la fiscalité, mais aussi pour le financement d'initiatives structurantes de démarrage et de développement. (en référence aux 3 millions de dollars prévus à cet effet au Budget de 1999). Plus encore, du fait que le présent ministre des Finances est aussi le premier responsable du MIC des synergies de politiques, programmes et initiatives gouvernementales à caractère industriel en optique/photonique pourraient être de la sorte facilitées.

Le ministère de l'Industrie et du commerce (MIC)

Le MIC agit comme maître-d'œuvre en matière de développement industriel au Québec. Sa mission est de " contribuer au développement économique du Québec en intensifiant la compétitivité des entreprises et le développement des marchés, aux fins d'appuyer la création d'emplois. "50 Concernant l'optique/photonique, des conseillers sont chargés d'émettre les " visas " pour les entreprises admissibles au programme fiscal récemment annoncé. On pourrait s'attendre du MIC l'énoncé d'une politique sectorielle en optique/photonique à l'échelle du Québec permettant notamment de

⁴⁹ <http://www.sgfqc.com/divers/mandat.htm>

⁵⁰ <http://www.micstq.gouv.qc.ca/ministère/mission>

situer l'action de la Cité au sein d'un cadre stratégique élargi nécessaire de développement économique et d'actions de soutien à l'industrie. À cet égard, le MIC met de l'avant plusieurs programmes, tel IMPACT PME comportant différents volets axés sur la commercialisation internationale et l'exportation. De plus, divers services d'information et de soutien à des initiatives industrielles et commerciales y sont disponibles pour les entreprises.

Le ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MRST)

Nouvellement créé, le MRST agit stratégiquement au plan de l'innovation. Il a pour mission " *l'application, pour le Québec et ses régions, selon leurs particularités, d'une politique de la recherche, de la science et de la technologie, des stratégies, des mécanismes d'évaluation et des moyens nécessaires au développement d'une approche concertée, coordonnée et intégrée en matière de recherche, de transfert des connaissances et d'innovation technologique. Cette mission vise l'atteinte d'objectifs mesurables préalablement définis avec les partenaires des milieux universitaires, industriel et gouvernemental et dans les domaines d'intervention social, culturel, économique et industriel.* " ⁵¹ Il s'agit d'un ministère a vocation horizontale, de coordination et de concertation, tout de même doté de moyens et budgets d'intervention en faveur de la recherche scientifique et technologique. Le MRST est aussi responsable du Conseil de la science et de technologie du Québec.

Le ministère des Régions (MR)

Le ministère des Régions a pour mission de " *susciter et de soutenir le développement local et régional, dans ses dimensions économiques, sociales et culturelles, en favorisant la prise en charge par les collectivités intéressées, dans le cadre d'un partenariat entre elles et l'État.* " ⁵² Il participe financièrement au projet de conception de la Cité, conjointement avec l'organisme Innovatech de la région et le MIC.

Dans la grande région de Québec (03), au niveau des MRC, dix Centres locaux de développement (CLD) ont pour but le soutien à des initiatives de développement socio-économique et d'emploi. Dans la région Chaudière-Appalaches (12), onze autres CLD existent. Les CLD sont en mesure d'aider les jeunes entrepreneurs par l'entremise de Fonds locaux d'investissement (FLI) et du programme " Jeunes promoteurs ". Le MR encadre aussi au niveau régional le CRCDQ et son équivalent, le CRCDA, dans la région Chaudière-Appalaches.

B) LE GOUVERNEMENT DU CANADA

Le gouvernement du Canada est, depuis plus de 30 ans, associé au développement de l'industrie de l'optique/photonique dans la région, notamment par le CRDV, son soutien historique à l'INO, le Centre national de la recherche du Canada (CNRC), les instances de développement économique régional d'Industrie Canada (IC) et, récemment, l'ICIP. Le projet de Cité ne peut ignorer ses vastes ressources et compétences en facilitations technologiques, industrielles et commerciales des instances canadiennes de l'innovation. Depuis déjà des années, le gouvernement fédéral agit concrètement pour dynamiser le virage du pays vers l'économie du savoir. Maints programmes (PARI) et fonds (dont le Fonds de l'innovation) sont disponibles. La Cité pourrait faciliter les démarches des entreprises et centres de la région afin qu'ils en profitent. Cette section n'a pas pour but de réaliser un portrait détaillé du potentiel de collaboration avec les instances de facilitation fédérale mais d'en fournir un bref aperçu.

Industrie Canada, (IC),

À titre de ministère, Industrie Canada a pour mission de " *favoriser l'essor d'une économie canadienne concurrentielle axée sur le savoir* ". Il s'agit d'un acteur incontournable pour l'industrie optique/photonique de Québec. Il soutient tous les secteurs de l'économie dans toutes les régions du pays. Depuis des années, Industrie Canada initie nombre de programmes en nouvelle économie et en haute technologie afin d'instaurer un climat favorable à l'investissement, à stimuler l'innovation, à accroître la présence canadienne sur les marchés mondiaux et à créer un marché équitable, efficace et concurrentiel. " *Les programmes du Ministère visent à encourager le développement industriel et technologique, à stimuler la recherche scientifique, à établir la politique des télécommunications, à promouvoir l'investissement et le commerce, à favoriser la croissance de la petite entreprise et l'essor du tourisme et à élaborer les règles et les services qui assureront le bon fonctionnement du marché.* " ⁵³ Concrètement par ses initiatives, il élabore des stratégies et accompagne les indus-

⁵¹ <http://www.rst.gouv.qc.ca>

⁵² <http://www.sdr.gouv.qc.ca>

⁵³ <http://www.ic.gc.ca>



tries de haute technologie en R&D, en exportation, par ses aides au financement d'entreprises et de projets, par la veille économique (par son site Internet remarquable, Stratégis), en transfert technologique que soutient PARI, un programme des plus versatiles, etc.

Il est directement présent dans la grande région de Québec par un bureau d'affaires de l'Agence⁵⁴ de développement économique du Canada pour les grandes régions du Québec (l'ex-Bureau fédéral de développement économique - Québec). Ce bureau dessert les régions administratives de Québec et de Chaudière-Appalaches. Il sert d'intermédiaire auprès des dirigeants d'entreprises et du milieu régional pour l'utilisation des nombreux programmes et initiatives du gouvernement fédéral en faveur de la nouvelle économie. Il agit notamment en matière de développement de l'entrepreneuriat par le fonds IDÉE-PME (innovation, R&D, exportation, etc.). Aussi, une action structurante est en cours (fin 1999) afin d'aider les PME québécoises à faire le saut en matière d'Internet et de commerce électronique. À noter qu'il soutient aussi financièrement le GATIQ.

Le Centre national de la recherche du Canada (CNRC)

En lien direct avec IC, le CNRC est un autre joueur important pour l'industrie. En savoir, innovation et recherche, le Centre est le " *principal organisme de recherche en sciences et en technologie au Canada, un chef de file dans la recherche scientifique et technique, ainsi que dans la diffusion de la technologie et de l'information scientifique et technique. (...) collaborant avec des entreprises, des universités et des organismes de recherche novateurs du monde entier...* " ⁵⁵ Il participe directement à l'optique/photonique par certains de ses laboratoires et instituts tel que l'Institut des sciences des microstructures dont un des champs d'activités sont les communications optiques de pointe.

Par le Réseau des technologies (RCT) du Centre, auquel participe l'ICIP, une étroite collaboration de la Cité est à considérer avec le CNRC (notamment par l'intermédiaire d'un de ses conseillers présent à Québec). Cette collaboration pourra constituer un atout supplémentaire de réussite pour l'industrie de la région. Autre service important du CNRC, il coordonne ses actions auprès de l'industrie avec le programme PARI d'IC. Cela lui permet donc de fournir aux entreprises technologiques des ressources conseils ainsi que financières. Ces ressources peuvent se marier à d'autres programmes de financement tel celui du Partenariat technologique Canada (PTC) émanant d'Industrie Canada qui, entre autres, a pour but de faciliter la commercialisation de produits et services technologiques.

2.5 LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC : UN SYSTÈME TECHNOLOGIQUE, INDUSTRIEL ET COMMERCIAL

2.5.1 Les orientations, champs d'actions en interaction, axes d'actions et coordination

Sur la base des nombreux échanges effectués auprès des dirigeants de l'industrie optique/photonique de la région ainsi que des analyses et réflexions de l'équipe de projet, il est possible de dégager les orientations d'affaires du projet de Système-Cité de l'optique.

Finalité

La finalité primordiale de la Cité sera **le développement des entreprises** .

- **Soutenir les entreprises existantes.**
- **Contribuer à la création de nouvelles entreprises.**
- **Œuvrer à l'attraction dans la région, des entreprises de l'extérieur, spécialisées en optique/photonique.**

Champs d'actions en interaction

Mondialement, les champs d'actions principaux seront :

- **les technologies et savoirs en optique/photonique,**
- **l'ensemble des situations et projets industriels des entreprises et centres de recherche et de formation,**
- **la commercialisation internationale.**

⁵⁴ Auparavant, le bureau de Développement économique Canada.

⁵⁵ <http://www.nrc.ca>



Axes d'activités prioritaires

Pour favoriser le développement des entreprises et autres centres de la région, plusieurs **axes d'actions prioritaires** de la Cité constituent la **base de son plan de démarrage et de réalisation de la Cité**. Ces priorités, d'abord identifiées par l'industrie (section 1.4 PROFIL) et résumées (section 1.5 DIAGNOSTIC ET PERSPECTIVES), font ici l'objet de la synthèse suivante :

- la disponibilité de la **main-d'œuvre** et sa **formation** spécialisée en optique/photonique, de même qu'en gestion et en commercialisation;
- la **commercialisation internationale** des produits et des services et la promotion dans le monde du pôle régional en optique/photonique de Québec;
- l'accès amélioré au **financement**;
- les **mesures fiscales** actuelles et, plus particulièrement, celles spécifiques au projet de Cité annoncées par le ministère des Finances du Québec;
- la **recherche et le développement**, une force majeure à renforcer;
- les **conditions facilitantes** générales sur lesquelles agir telles que : la sensibilisation à l'optique/photonique du milieu régional; une réponse aux besoins spécifiques d'infrastructure et d'infostructure, etc.

Ces axes d'activités ont été retenus comme **les grands volets du plan de mise en œuvre de la Cité**. Ils sont explicités dans la PARTIE III subséquente.

Coordination

Agissant de façon " **éclaté** ", par **interaction**, le " petit service " à créer, permettra de **coordonner, en réseau**, les ressources régionales des différents acteurs existants dans la région : entreprises, centres de recherche, institutions d'enseignements et autres organismes d'accompagnement et de facilitation. Notamment, elle favorisera l'établissement de liens technologiques et industriels diversifiés avec les autres pôles d'activités technologiques connexes de la région (TI, géomatique, multimédia, etc.), ainsi qu'avec ceux des industries plus traditionnelles comme ceux de la forêt (par exemple pour la mise au point de procédés industriels en optique/photonique).

À titre de synthèse de tout ce qui précède, cette partie du rapport s'achève par un énoncé de mission, de buts généraux et, pour terminer, d'une proposition d'appellation distinctive en fonction des marchés internationaux.

2.5.2 Énoncés de mission et des buts généraux de la Cité

La Cité régionale se positionne à l'échelle mondiale comme un système régional de soutien synergique au développement d'ensemble de l'industrie optique/photonique de Québec.

Mission

La mission de la Cité de l'optique de Québec consiste à :
Soutenir le développement technologique, industriel et commercial de l'industrie de l'optique/photonique de la région de Québec.

Buts généraux

En tant que région dédiée à l'optique/photonique importante dans le monde, en partenariat avec l'ensemble des organisations privées et publiques de l'industrie de la région, du Québec et du Canada, la Cité vise les buts généraux suivants :

- Soutenir la croissance, la rentabilité, la productivité et la compétitivité des entreprises existantes.
- Favoriser la création de nouvelles entreprises et les accompagner dans leur essor.
- Attirer dans la région des entreprises ou filiales existantes du domaine.

- Accroître les niveaux de compétence.
- Favoriser la formation d'une main-d'œuvre de haute qualité.
- Contribuer à améliorer les conditions de travail et de vie de la main-d'œuvre spécialisée.
- Favoriser le retour des " cerveaux " formés en optique/photonique dans la région.
- Attirer des compétences de pointe mondiale du domaine.
- Accompagner le développement des centres de formation supérieure, de recherche scientifique et de R&D en optique/photonique.
- Encourager le transfert technologique vers les entreprises.
- Soutenir la commercialisation et l'exportation des produits, systèmes et services en optique/photonique sur les marchés nationaux et mondiaux.
- Développer la notoriété mondiale de la Cité.
- Échanger et collaborer (réseauter) avec les autres régions spécialisées en optique/photonique au Québec, au Canada, en Amérique du Nord et dans le monde.
- Participer et collaborer étroitement aux initiatives de la Technorégion de Québec et établir des liens avec les autres pôles d'excellence technologique de la région, en particulier avec ceux de l'informatique, des télécommunications, du multimédia et de la géomatique.
- Intéresser les jeunes aux sciences, à l'optique/photonique en fonction de leurs éventuels choix de carrière.
- Sensibiliser et mobiliser la population et les instances décisionnelles de la région autour des enjeux économiques, technologiques et culturels en matière d'optique et de photonique.

2.5.3 Une suggestion d'appellation : Québec OPTOpole

Le nom de Cité de l'optique fait consensus dans le milieu. Mais, au sein des marchés et confronté aux autres régions de l'optique/photonique à l'échelle mondiale, en fonction de laquelle le projet fondamentalement se positionnera, cette appellation unilingue ne lui permettra pas d'adéquatement se distinguer. Au niveau étendu d'un contexte d'affaires déterminé par Internet, le " branding " (littéralement, l'identification à faire reconnaître d'une marque de commerce) est un facteur essentiel de réussite de tout geste industriel ou commercial.

Au long de ce travail, on a relevé un peu partout dans le monde maints endroits industriels en optique/photonique, qui multipliaient les mêmes appellations " banales ". Les appellations dérivées d'expression comme " Valley " sont **non distinctives** : " Optic Valley " (voir Tucson) ou, du même acabit, " Photonic Valley ", voire " Silica Valley " (par exemple Sydney en Australie). De façon similaire, on retrouve des déclinaisons avec le terme " Corridor ". Des suggestions du genre ont été formulées par le milieu. Du point de vue du marketing international (de plus en plus en ligne), elles sont à déconseiller. Par exemple, l'adoption d'une appellation dérivée du genre conduira au résultat testé suivant sur Internet, par l'entremise du puissant moteur de recherche Alta Vista, à partir de l'expression " Optic Valley " : **776 760 pages Web possibles**. Parmi cette myriade de possibilités, comment feront les clients et partenaires éventuels de la Cité de l'optique de la région Québec pour aisément se retrouver et prendre des contacts d'affaires avec ses entreprises, centres, enseignants et chercheurs ?

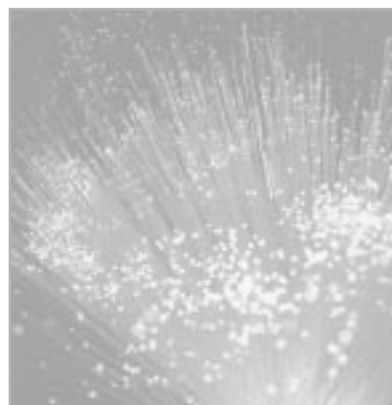
La Cité de l'optique sera une CITÉ TECHNOLOGIQUE, une " **TECHNOPOLIS** " ou une " **TECHNOPOLE** " (de la racine grecque *polis* qui signifie *cité*). Située à Québec, la Cité de Champlain⁵⁶ oblige au respect de sa tradition française. Plus encore, ce trait historique peut constituer une occasion des plus positives de distinction commerciale. Par contre, la lingua franca des affaires internationales astreint à une appellation qui soit aussi de langue anglaise. Conséquemment, la **suggestion** de nom suivante pourra faire l'objet d'une **décision des dirigeants de la future Cité : QUÉBEC OPTOpole**. La " marque de commerce " de la Cité sera ainsi **moderne, simple, distinctive, identifiant la région et significative en français comme en anglais** : " **l'OPTOpolis de Québec** ". Rien n'empêche, pour des fins internes au Québec, d'utiliser aussi son synonyme, celui de **Cité de l'optique**.

Les trois termes, " Cité ", Cité de l'optique " et " OPTOpole " seront utilisés en tant que synonyme dans la PARTIE III.

⁵⁶ Voir comment la région technologique d'Aachen utilise abondamment l'image de Charlemagne, l'illustre empereur qui avait fait de cette ville, Aix-la-Chapelle, sa capitale.



PARTIE III



PARTIE III

LE PLAN DE RÉALISATION DE LA CITÉ DE L'OPTIQUE DE QUÉBEC



Introduction à la PARTIE III

L'édification amorcée d'une Cité de l'optique vise le regroupement des forces industrielles en optique/photonique de Québec. Cette Cité veut favoriser leur développement par la mise en œuvre d'orientations et de moyens structurants - technologiques, industriels et commerciaux - inscrits dans la mouvance de la nouvelle économie.

L'effet de levier à obtenir permettra une multiplication des emplois par **le soutien à la croissance et à la compétitivité des entreprises existantes, à la création de nouvelles et à l'attraction d'entreprises extérieures à la région.** Pour cela, comme pour tous les secteurs économiques (anciens comme nouveaux) de la région, **les instances et organisations, voire toute la société du grand Québec, devraient faire du développement des entreprises, et par elles de l'emploi, une priorité " absolue " inscrite dans leurs missions respectives.** Tout aussi important est le renforcement des centres de recherche et des institutions universitaires et collégiales d'enseignement spécialisé.

Le **plan de réalisation** préconisé dans cette PARTIE III recouvre les constats, modèles d'affaires et orientations énoncés dans les PARTIES I ET II. Les recommandations, engagements et projets proposés qui le complètent, forment un tout cohérent de stratégies et de moyens. À l'échelle de la grande région métropolitaine de recensement de Québec, ils sont applicables par l'industrie elle-même, accompagnée et facilitée par les organisations régionales et gouvernementales environnantes. L'horizon de réalisation de ce plan s'étend sur les cinq prochaines années.

Plus spécifiquement, la Cité suppose le déploiement de moyens innovants de commercialisation électronique en vue de développer de nouveaux marchés pour les entreprises et les centres de recherche et de stimuler l'exportation de leurs produits et services. Enfin, pour accompagner et faciliter la mise en place réussie de ces moyens, l'ensemble des ressources et structures régionales et gouvernementales existantes d'appui aux activités technologiques est convié à l'assister.

3.1 LE DÉVELOPPEMENT DES ENTREPRISES

Pour l'industrie de l'optique/photonique de Québec, la réussite de la Cité de l'optique se vérifiera, entre autres, lorsque n'aura plus de raison d'être cette image de structure à la "*Humpty Dumpty*", celle d'une "*grosse tête et petites pattes*". Ce qui signifie que l'on aura multiplié les entreprises et organisations, certaines d'envergure mondiale, de même que les emplois industriels en nombre et en qualité. Dans un contexte d'innovation, cela va exiger que l'industrie régionale veuille, se prépare et soit "*entraînée et équipée*" pour mieux jouer dans l'immense cour des marchés mondiaux de l'optique/photonique. Au sein et autour de celle-ci, cela suppose de réunir de nouvelles façons expertes de faire et des ressources appropriées.

Pour toute société régionale, comme moyen d'améliorer sa qualité de vie, le développement économique vise la création et l'augmentation de la richesse collective. Aujourd'hui, les entreprises et les centres de recherche de l'optique/photonique de la région exportent déjà une large part de leurs produits et services. En ce sens, ils sont à la base d'un enrichissement net puisque actuellement, ils y ramènent des revenus de l'étranger.

Il en va ainsi des hautes compétences formées à Québec et attirées à l'extérieur par des emplois nombreux, offrant des niveaux de revenus et des perspectives de carrière plus séduisants. Considérant que la disponibilité et la mobilité¹ de l'in-

¹ En effet, un des indicateurs de la maturité d'une économie à fort taux d'innovation est la MOBILITÉ de sa main-d'œuvre hautement qualifiée. En cours de carrière, les hauts dirigeants, ingénieurs, enseignants et chercheurs qui circulent d'une organisation et/ou d'une région à une autre ENRICHISSENT leurs savoirs au creuset de la diversité. S'il faut les INCITER à rester, il faut tout autant considérer positivement leur inclination à passer d'un emploi à un autre.



telligence technologique constitue l'un des facteurs de réussite de l'économie actuelle, en quelque sorte, cette " exportation " de cerveaux témoigne de la richesse régionale de son haut savoir en optique/photonique. Pour collectivement davantage profiter à Québec même de cette aisance de matière grise, **un fort développement d'entreprises et d'activités de recherche** s'avère la meilleure des solutions. En effet, cet exode élevé des cerveaux ne pourra être vraiment freiné que par l'élargissement, la diversification et l'amélioration de l'assiette d'emplois, donc de celle des organisations industrielles. Ce qui, alliés à l'excellence régionale du milieu naturel, culturel et social, signifie des emplois en nombre et en qualité offrant des conditions et **incitatifs** à une vie professionnelle enrichie dans des lieux industriels bien établis localement, mais de classe mondiale.

Ce qui vaut pour l'emploi individuel, s'applique de façon similaire au développement de l'entrepreneuriat et des organisations industrielles, à cultiver par la Cité. Pour naître et/ou s'épanouir, les organisations industrielles ont besoin d'un milieu régional favorable. Pour y parvenir, tellement les solutions sont complexes et diversifiées, la " recette " exigera de la région une volonté, une attention patiemment soutenue dans le temps et la réunion de conditions tangibles. Depuis Champlain, physiquement adossé à son Cap Diamant, au plan de l'esprit, l'enrichissement futur de la région exige un changement de cap!

Les actions fondamentales de la Cité

Par la Cité, pour encadrer et concrétiser l'orientation à donner à cette " recette " du développement des organisations industrielles, à sa base, le **plan de réalisation de la Cité de l'optique** a pour actions premières de :

- **Soutenir l'expansion et l'amélioration de la compétitivité des entreprises existantes;**
- **Aider à la création de nouvelles;**
- **Attirer des entreprises du domaine, extérieures à la région.**

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Favoriser le développement de l'industrie de l'optique/photonique de Québec par :

- **La croissance des entreprises existantes;**
- **La création de nouvelles entreprises;**
- **L'attraction d'entreprises existantes, extérieures à la région.**

De ces trois raisons fondamentales d'existence de la Cité, donc de celles de son plan de réalisation, **dérivent les axes d'activités prioritaires énoncés dans cette troisième partie du rapport**, à savoir :

- **l'accompagnement** (formation et main-d'œuvre, commercialisation, financement, fiscalité et R&D),
- les **conditions facilitantes** (actions gouvernementales, sensibilisation, infrastructures et infostructures, etc.),
- les services **d'affaires et de coordination** de la Cité.

Les axes d'actions proposées dans les sections subséquentes de ce rapport doivent, en effet, concourir à l'atteinte du résultat principal d'édification de la Cité : le développement en premier lieu des entreprises.

3.1.1 Passer du savoir au faire

" La nouvelle économie est une économie de l'innovation. Et c'est elle surtout qui maintenant crée l'emploi... c'est dans les industries à forte intensité de savoir que les emplois ont crû le plus rapidement au cours des deux dernières décennies : depuis le milieu des années 1980, ces industries qui représentent maintenant quelque 30 % de l'emploi total ont créé 60 % des nouveaux emplois. "
Conseil de la science et de la technologie²

En comparaison avec l'industrie américaine de l'optique/photonique, on constate une différence majeure à la structure de l'emploi qui prévaut dans celle de la région de Québec. **Aux États-Unis, la proportion entre les emplois industriels et ceux des travailleurs hautement qualifiés est d'environ 10 pour 1³; à Québec, il est plutôt de 2 pour 1.**

² **L'entreprise innovante au Québec : les clés du succès, Avant-propos**, Conseil de la science et de la technologie, juin 1998

³ Voir le tableau de référence à la toute fin de la section 3.5 de ce rapport

À cet égard, la région se doit de **passer du savoir au faire**. Cette structure caractérisée par un fort noyau de compétences très qualifiées – plus du tiers de l'emploi total de l'industrie – constitue un atout de taille en matière de développement d'entreprises. Parmi ces près de 500 personnes, beaucoup sont en mesure d'acquérir, d'améliorer ou de diversifier leurs capacités de direction ou de gestion. Sans nul doute, plusieurs d'entre eux possèdent les talents requis pour lancer leurs propres entreprises. Donc, ce noyau de savoir constitue le premier et plus important réservoir d'entrepreneurs potentiels à exploiter. De plus, en entrevue et lors d'un inventaire⁴ détaillé du potentiel des technologies des centres de recherche de la région susceptibles d'être commercialisées, mené parallèlement à cette étude par la Société Innovatech Québec Chaudière-Appalaches, il est confirmé que la région dispose d'un gisement de technologies en attente d'un entrepreneur et/ou d'une entreprise désireuse de se diversifier. À tenir compte aussi que cet inventaire n'a pas couvert les " secrets " d'innovation précieusement conservés dans les entreprises comme piste de leur future croissance. Plus encore, il ne comptabilise pas les " idées " novatrices qui germent dans la tête de plusieurs des chercheurs, physiciens, ingénieurs, enseignants et hauts gestionnaires œuvrant au sein de l'industrie. Cette énumération illustre le plus grand défi d'avenir de l'industrie de Québec, **transformer son savoir en entreprise**.

Résultats visés⁵ d'ici cinq ans

L'édification pratique de la Cité de l'optique à initier se doit de définir au départ des résultats ou effets (" effet-Cité ") **mesurables**. Ces balises préliminaires précisent l'importance du défi d'ensemble des effets recherchés. Surtout, elles serviront d'indicateurs au suivi périodique – d'ici **cinq ans** - des impacts tangibles des activités conduites dans le cadre de la réalisation du plan directeur de la Cité. Le cas échéant, ces indicateurs pourront être utilisés comme boussole pour ajuster certains volets du plan d'action. En termes d'objectifs, les résultats mesurables suivants concernent les revenus d'affaires et le nombre d'emplois à créer :

- contribuer à générer **cumulativement** plus de **2,7 milliards de dollars canadiens** de revenus industriels directs dans la région; ce qui signifiera que le revenu **annuel** global direct passera de 146 millions de dollars en 1999 à près de **900 millions** en 2004.
- faire passer le nombre total d'employés des 1 200 actuels à plus de **5 400** personnes, dont environ 560 en recherche; de la sorte, la proportion des " employés " du savoir se rapprochera du niveau évoqué de 10 pour 1.

Pour atteindre ces résultats en cinq ans, les actions de la Cité se concentreront en priorité sur :

- La croissance des entreprises existantes, en contribuant à porter leurs revenus globaux actuels de 114 millions à près de **490 millions de dollars**, et l'emploi, y passant de près de 800 à **2 900**; **donc, c'est ce volet du plan qui devrait avoir le plus d'impact sur l'industrie et l'emploi**.
- La création d'au moins **15** nouvelles entreprises, en valorisant le savoir (technologies) et le savoir-faire (entrepreneuriat) de la région.
- L'attraction d'entreprises externes (ou de filiales) en optique/photonique dont l'installation créera **1 750** emplois nouveaux et enrichira l'expérience de l'industrie régionale tout en lui ouvrant de nouveaux marchés.

Il est à noter que ce fort développement aura des effets majeurs sur les environnements d'accompagnement et de facilitation, notamment aux niveaux de la formation/main-d'œuvre, de la commercialisation et du financement.

En ce qui concerne les deux premiers volets des activités de développement des entreprises, - celles de favoriser la croissance des entreprises existantes et de faciliter le démarrage de nouveaux établissements – les facteurs **internes** (qualité de direction industrielle de l'innovation, gestion du savoir, financement de développement et de démarrage, capacité d'alliances, marketing d'exportation, entrepreneuriat à incuber ou à " mentorer ", etc.) jouent un rôle principal. Mais, bien que secondairement, l'entreprise actuelle comme la nouvelle aient aussi grandement besoin de l'**externe**, de facteurs interactifs d'accompagnement et de facilitation pour en accélérer respectivement leur croissance et émergence.

⁴ Inventaire des technologies photoniques dans la région de Québec et besoins de capitaux, Société Innovatech Québec Chaudière-Appalaches, août 1999, voir les annexes de la section 3.2.5 de ce rapport.

⁵ Voir le tableau détaillé des objectifs la fin de la section 3.4 de ce rapport.

Conditions régionales favorables en développement d'entreprises

*“ L’esprit d’entreprise est fondamental pour le fonctionnement des économies de marché. ...
l’entrepreneur est le vecteur du changement et de la croissance;
son action peut contribuer à accélérer la diffusion et la mise en œuvre d’idées novatrices.
De ce fait, il permet non seulement une utilisation rationnelle des ressources,
mais aussi un élargissement du champ de l’activité économique.
Les entrepreneurs ne se bornent pas à rechercher les opportunités économiques
susceptibles d’être rentables;
ils sont également prêts à prendre des risques pour vérifier le bien-fondé de leurs intuitions. ”⁶*

Participante de facto à la Technorégion, la Cité pourra contribuer à la réunion de conditions régionales favorables au développement d'entreprises basées sur l'interaction de trois facteurs⁷ clés : conditions cadres propices, programmes gouvernementaux bien conçus et attitude culturelle positive. À noter, à cet égard, l'apport décisif du programme de soutien fiscal et financier annoncé pour l'industrie de la région par le gouvernement du Québec dans le cadre du projet de la Cité de l'optique. De même, " l'attitude culturelle " de la région, cette mentalité essentielle à cultiver en faveur de l'initiative économique individuelle, de la prise de risque et susceptible d'influencer positivement les décideurs publics.

RECOMMANDATION 1

Cœuvrer par la Cité, à la réunion de conditions favorables au développement d'entreprises basées sur les trois facteurs clés suivants : conditions-cadres propices, programmes gouvernementaux bien conçus et attitude culturelle positive du milieu envers l'entrepreneuriat.

Les enjeux généraux de la cité

En ce sens, et en fonction de la situation régionale prévalant en optique/photonique, fort du fait que l'industrie est de qualité et en forte croissance, la Cité portera une attention particulière à la correction des déséquilibres actuels constatés suivants :

- trop de matière grise hautement formée qui quitte (exode) la région dans un contexte, d'une part, marqué par une offre limitée d'emplois en mesure de leur offrir incitativement des perspectives et des conditions de travail rencontrant leurs attentes et, d'autre part, de mobilité de main-d'œuvre qui caractérise les industries de haute technologie;
- déficience des conditions tangibles propices au développement de l'entrepreneuriat;
- inexpérience des processus industriels et commerciaux à large échelle; en optique/photonique;
- beaucoup de capacités en R&D et de disponibilités de technologies en attente d'être commercialisées;
- faible proportion d'emplois industriels par rapport au nombre de chercheurs;
- commercialisation internationale à large échelle à mieux développer.

Ces constats doivent être considérés comme autant d'enjeux généraux auxquels donner priorité lors de la pleine réalisation des actions de la Cité.

RECOMMANDATION 2

Faire connaître à travers le monde l'OPTOpole de Québec comme pôle d'excellence des entreprises et des centres de recherche et de formation en optique/photonique et susciter des collaborations d'affaires avec les autres pôles et régions spécialisés dans ce domaine à travers le monde.

3.1.2 La croissance des entreprises existantes

Selon l'énoncé précédent des objectifs de " l'effet-Cité " visé, c'est le soutien aux entreprises existantes qui constitue le moyen stratégique à privilégier pour augmenter le plus rapidement la taille de l'industrie, revenus et emplois confondus.

⁶ Stimuler l'esprit d'entreprise, OCDE, Paris, 1999, page 11

⁷ Idem, page 13.

Comment y parvenir ? Il existe un tel consensus envers la nécessité d'accompagnement des entreprises en démarrage, qu'un ensemble de ressources, d'organisation et de " recettes " sont partout réunies pour ce faire. Comparativement, qu'en est-il des entreprises existantes, surtout celles qui naviguent aux vents turbulents d'une technologie de pointe comme l'optique/photonique et en eau profonde, étendue et risquée de marchés mondiaux foncièrement compétitifs ? Propre à l'esprit d'entreprise, elles se débrouillent une à une... Sauf, lorsqu'il y a crise, danger de fermeture. Là, souvent, l'environnement public se justifie d'intervenir. Demeurent qu'en haute technologie les aides fiscales à la R&D, les capitaux de développement d'institutions comme la Caisse de dépôts, SGF et Investissements-Québec, ou encore des mesures spéciales sectorielles et/ou régionales telles celles annoncés dans le cadre de ce projet de Cité de la " lumière ". Est-ce suffisant ?

Dans un contexte en ébullition et globalisé de marchés de l'optique/photonique, eux-mêmes animés par les nouveaux paradigmes de la nouvelle économie, en fonction spécifiquement des enjeux prioritaires ci-haut énumérés, de même que, plus généralement, de la flamme originale d'entreprendre que toute entreprise après 3, 8 ou 15 ans se doit d'entretenir, etc., il est aussi difficile et délicat d'accompagner une entreprise en croissance qu'une en démarrage. Qui plus est, en haute technologie où l'intelligence est portée par des individus hautement éduqués et provenant de divers horizons culturels, les nouveaux modèles de gestion et d'organisation ont davantage lieu d'être appliqués.

La région possède d'importants atouts entrepreneuriaux en optique/photonique par son noyau de PME en croissance, de centres de R&D, de l'Université Laval (FSG, administration, etc.), des services conseils qualifiés et la proximité d'un secteur public qui lui est favorable. Il est cependant à remarquer que les entreprises du domaine de la région n'ont pas encore fait le saut vers l'industrialisation de masse des procédés de fabrication et de commercialisation.

À titre indicatif, considérons quelques aspects particuliers de leur développement d'affaires :

- agir et réagir très rapidement aux bonds technologiques, aux concurrents, aux occasions de conquête de part de marché dont on est à l'affût permanent ou qui se présentent;
- se questionner en permanence en matière de diversification ou d'acquisition possible;
- innover en continu et donner une suite en fabrication et en commercialisation aux perfectionnements de produits ou aux découvertes techniques;
- appliquer toujours mieux pour générer des ventes et retenir la clientèle une approche marché, mettant le client au cœur de l'activité commerciale;
- s'ajuster aux nouveaux outils d'information, d'intelligence d'affaires et de commerce en ligne;
- améliorer de manière constante les conditions de travail de leurs ressources humaines;
- soutenir financièrement une forte croissance dont un passage obligé à la bourse pour des levées de fonds majeures;
- se préoccuper d'améliorer la performance (industrialisation) des processus de conception, de production et d'amélioration de leurs produits et services;
- tenir compte des facteurs interculturels animant les relations avec une partie toujours croissante de la main-d'œuvre et la clientèle.

Pour les entreprises en existence, la recherche ou l'usage de " boîte à outil de gestion " idéale ou de recette similaire à celles de l'incubation en création d'entreprise n'est ni possible, ni n'existe pas vraiment. Chaque situation entrepreneuriale est vivante, c'est-à-dire particulière. Elle se doit d'être abordée en tant que telle. À Rennes en France, une expérience d'accompagnement d'entreprises est en cours, animée par un organisme du nom de Creat'IV : " C'est toute démarche de changement qui fait évoluer les savoir-faire de l'entreprise et la rend plus compétitive. (...) Le moteur de l'innovation est le chef d'entreprise. " ⁸ Sous le sceau de l'innovation, la méthode cadre rigoureusement développée emprunte aux approches diverses de planification stratégique, diagnostic (volonté de la direction, situation interne, clientèle, concurrence, etc.), analyse de faisabilité de projet, planification commerciale de produits, mobilisation des ressources humaines, plan prévisionnel financier afférent aux changements requis, etc. Il ne s'agit pas ici de recette toute faite mais d'accompagnement sur mesure. Là, la région doit apprendre et développer des expertises en gestion pratique d'innovation en entreprise.

⁸ L'innovation, Des chefs d'entreprise témoignent, Ile en Vilaine, 1998



Devenir et demeurer un bon entrepreneur ou chef d'entreprise n'est pas qu'affaire d'art, de talent et de bonnes intentions, pour des personnes issues pour la plupart des secteurs scientifique ou du génie. Cela suppose aussi à cet égard de savoir et du savoir-faire en gestion qui s'apprennent. Ce qui soulève le besoin d'un environnement d'accompagnement et de facilitation d'apprentissage particulier⁹ pour ces derniers. Enfin, le milieu environnant doit aussi favoriser et faciliter la transmission d'expériences par des pairs.

Quatre façons de croître

Les entreprises industrielles ont généralement quatre façons de croître :

- **Augmentation des revenus par la conquête de part de marchés, client par client** : Ce processus est relativement lent et exige des dépenses élevées et continues en marketing et vente. Il dépend largement de la capacité de l'entreprise à générer des fonds propres suffisants pour assurer sa croissance.
- **Acquisition de compétiteurs ou d'activités complémentaires** : Cette approche est plus rapide, mais son coût initial est en général plus élevé. Elle nécessite un financement particulier, plus facilement disponible pour les entreprises cotées en bourse. Elle repose sur la volonté et la capacité de l'entrepreneur à rechercher et concrétiser les occasions de marché qui s'ouvrent à lui. Souvent le mariage d'entités aux façons d'être et de faire différentes est des plus difficiles. Lors d'acquisition, l'entreprise se retrouve, pouvant se situer à l'extérieur de la région, avec une addition de ressources administratives et de commercialisation, ainsi que d'installations de production et de R&D additionnelles à soutenir. Elle doit dès lors considérer ces nouveaux actifs au sein de son nouveau plan de croissance.
- **Fusion ou vente, en tout ou en partie, à un concurrent ou à une entreprise aux activités connexes** : Cette manière d'agir favorise une croissance rapide. Dépendamment des situations et joueurs en jeu, s'il y a " *rationalisation* " subséquente, elle peut receler des risques de voir disparaître de la région des infrastructures, des activités de recherche ou de production et des centres de décision. Si le pouvoir de décision d'une organisation clé se déplace à l'extérieur, cela peut fragiliser à long terme les installations de Québec. L'inverse est aussi possible.
- **Alliances stratégiques** : Plusieurs dimensions aux alliances sont possibles : coentreprises; consortiums; partenariat de recherche, de commercialisation ou de distribution croisée; " co " ou sous-traitance; fabrication par contrat de fourniture (ou " OEM "); partage de licence; maillage de production; etc. Les coûts de cette approche de mise en réseau de ressources et/ou d'activités sont relativement faibles, donc, en général, peu de capitaux nouveaux. Mais, les relations ou l'intégration en partenariat de modes de fonctionnement aux cultures entrepreneuriales différentes sont parfois difficiles. Elles demandent de la " maturité " d'entreprise. À l'encontre, il y a un risque de voir disparaître un avantage concurrentiel si la protection de la propriété intellectuelle des technologies en jeu n'est pas effectuée avec soin. Les alliances nécessitent de l'expertise juridique en négociation d'ententes de cette nature.

Conditions facilitantes régionales

Influer sur la croissance des entreprises existantes implique une complicité, donc une confiance forte, avec les propriétaires et les gestionnaires de l'entreprise. Les actions de l'externe peuvent être perçues comme interventionnistes et rejetées. De plus les ententes sur le commerce international ont tendance à limiter le pouvoir d'intervention des gouvernements à ce niveau.

La responsabilité de la Cité en est une de contribuer à la réunion de conditions régionales d'accompagnement et de facilitation qui tiennent compte des facteurs clés de succès des entreprises. La Cité jouera le mieux son rôle en influençant par la mise en commun de services (ex. : plan d'action sur la main-d'œuvre), plutôt qu'en intervenant directement dans les entreprises. Ce qui, de toute façon n'est absolument pas son rôle. À titre d'exemple considérons les dimensions de la commercialisation et du financement.

Commercialisation

Pour conquérir de nouveaux marchés, les entreprises de l'optique/photonique de la région ont fait part de leur difficulté à recruter des gestionnaires et des agents commerciaux détenant une expertise en marketing international. Cette pénurie de compétence résulte aussi bien d'une lacune de formation de haut niveau en la matière que des réseaux de contacts

⁹ Voir à la section suivante 3.2.1, la création projetée d'un " Centre de leadership " à l'Université Laval.

des professionnels aguerris du domaine. Il serait possible de mettre en place un programme de stage d'étudiants de deuxième cycle en entreprise internationale de l'optique/photonique en collaboration avec l'Université Laval.

En outre, et en corollaire, il est observé que leur part des dépenses allouées à la commercialisation est inférieure à celle de leurs compétiteurs nord-américains du domaine. À cet égard, il importe de les aider au plus tôt par la Cité à rendre plus facile entre autres en les aidant en accélérant le traitement des demandes. De la même manière, en ce qui concerne le financement d'activités d'exportation, celle-ci peut aussi les assister à mieux profiter des contributions des programmes existants d'Industrie Canada, du MIC ou d'Investissement-Québec. Autre volet d'action possible, la Cité peut les accompagner, si elles le désirent, obtenir du financement d'activités commerciales nouvelles en les assistant dans la préparation de dossiers bien étoffés tel que par des études de marché, études d'opportunité, alliances, etc. Il lui importera aussi ainsi de contribuer à adoucir le réflexe, par ailleurs légitime devant le risque, des bailleurs de fonds qui s'exprime par : *" Vous aurez des budgets de vente lorsque vous aurez réalisé vos premières ventes "*.

Par ailleurs, pour réduire les coûts de commercialisation et augmenter les ventes, il est urgent que les entreprises prennent le virage du commerce électronique **interentreprises (" e-business ")**. Tout aussi immédiat et concomitant est l'importance pour celles-ci de se doter de capacités d'intelligence d'affaires en réseau, pour mieux cibler leurs clients, découvrir des occasions d'affaires ou d'acquisitions, recruter les personnes clés requises, et suivre les tendances d'évolution rapide des technologies et des marchés. En cela, une action synergique de la Cité est possible.

Financement de la croissance

Dans la région, les entreprises de l'industrie ne disposent pas de la capacité financière pour réaliser des acquisitions majeures. Leur sous-capitalisation, leurs besoins financiers internes, pour soutenir leur taux élevé de croissance sur leurs marchés (plus de 20 % par année) et, en conséquence, des encaisses déficientes, expliquent en bonne partie cette situation. Significativement, s'ajoute à cela, qu'aucune d'entre elles n'est inscrite à la bourse. Elles n'utilisent donc pas ce levier majeur de financement si répandu en haute technologie.

La plupart des PME de l'optique/photonique de la région ne disposent pas de la capacité financière pour réaliser des acquisitions majeures. Le cercle vicieux de la sous-capitalisation, des besoins financiers immédiats requis par une croissance et des encaisses toujours serrées expliquent cette situation. Pour faciliter le financement d'acquisitions, en partenariat avec des entreprises intéressées, la Cité pourrait développer une approche et des conditions cadre (intelligence d'occasions d'affaires, identification de secteurs propices, identification de cibles, information préliminaires, analyse de coûts, disponibilité de financement et de partenaires d'investissement, etc.). Avec une ou deux nouvelles acquisitions par année il serait possible de croire pouvoir doubler les chiffres d'affaires des entreprises participantes en trois ans.

3.1.3 La création de nouvelles entreprises

En optique/photonique, dans la région de Québec riche en R&D, plusieurs technologies développées ne se rendent jamais au marché faute d'entrepreneurs, de capitaux ou de conditions d'accès facilité aux marchés. La bougie d'allumage du processus est souvent l'aboutissement de travaux de recherche dont les résultats pourraient intéresser commercialement un marché global en expansion. Du point de vue des centres ou des chercheurs, plusieurs préoccupations entourent l'essaimage entrepreneurial de leur mise au point de technologies : propriété intellectuelle, brevets, modes de revenus potentiels pour les centres de recherche, perte de capital humain dynamique et prometteur pour les centres et l'Université, etc. Dans ce domaine très spécialisé, les sources principales et immédiates d'entrepreneurs sont : les étudiants gradués, les chercheurs de l'INO, du CRDV et du COPL, des cadres expérimentés d'entreprises, des immigrants investisseurs ou qualifiés en optique/photonique, des diplômés de la région intéressés à revenir à Québec après une carrière fructueuse à l'extérieur, etc. Il serait souhaitable, comme action rapide, d'utiliser l'occasion de l'événement Opto-Contact pour inviter des diplômés de l'Université Laval et des chercheurs qui ont quitté la région à venir rencontrer les entreprises de la région et constater par la Cité le nouveau contexte et les conditions favorables à l'entrepreneuriat en optique/photonique à Québec.

Le profil des entrepreneurs du secteur est généralement semblable¹⁰. Récemment gradués de l'université avec peu ou pas d'années d'expérience d'affaires, ils possèdent les connaissances pouvant conférer à une nouvelle entreprise créée en avance technologique de quelques mois. Ils ne possèdent donc que peu d'expérience de gestion, de marketing ou en

¹⁰ Lors d'une visite dans la région de Aachen en Allemagne qui cultive avec succès depuis plus de quinze ans (plus de 400 entreprises nouvelles établies) l'entrepreneuriat, on confirme qu'en haute technologie ce sont les chercheurs, scientifiques et ingénieurs spécialistes de haut niveau qui constitue le premier réservoir d'entrepreneurs : plus de 90 %.

production industrielle. Jeunes, ils ont aussi peu de ressources financières propres. En conséquence, il appartient à quelqu'un d'autre de financer leur rêve.

La particularité des entreprises en démarrage en optique/photonique est leur forte dépendance à l'innovation. En effet, celles-ci dépendent presque exclusivement des percées technologiques pour soutenir leur émergence et existence. Dans la région, l'industrie n'a pas encore atteint le stade de fourniture à haut volume de produits dits de "commodités". De plus, même le marché national est trop petit pour supporter des entreprises qui dépendraient exclusivement des commandes environnantes. Néanmoins, répondre aux besoins du créneau de la sous-traitance d'entreprises majeures canadiennes (surtout, celles reliées au domaine des télécommunications) pourrait modifier quelque peu cette situation. Elle nécessite une capacité de répondre à leurs critères sévères de fournisseurs agréés. Une action d'ensemble, notamment par la Cité, de mise en valeur des atouts régionaux y est cependant requise.

La création d'entreprises requiert quatre composantes ou conditions :

- **Entrepreneurs** : Composante *sine qua non*. C'est une denrée des plus rares. La fibre entrepreneuriale se doit d'être cultivée dans un terreau régional qui l'encourage et la valorise pratiquement. Ce terreau repose sur la prise en compte et le respect des caractéristiques intrinsèques des entrepreneurs technologiques, en premier lieu, celui de leur savoir. Par la Cité, il s'impose de mettre en place des processus régionaux efficaces d'identification et d'accompagnement des nouveaux entrepreneurs, sous forme de "mentorat" ou d'incubation appropriée. À noter que la "diaspora" des anciens diplômés de la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval, fort de leurs expériences fructueuses, acquises à l'extérieur, constitue un réservoir d'entrepreneurs potentiels à explorer, par l'entremise de la Cité. D'autres gisements d'entrepreneurs sont aussi à exploiter : étudiants gradués, chercheurs des centres de recherche, cadres supérieurs des entreprises en optique/photonique de la région et du Québec, immigrants investisseurs, etc.
- **Marchés** : Condition *sine qua non*. Pas d'entreprises sans marché ! Certaines entreprises se perpétuent en vivant d'aides fiscales en R&D... pour plusieurs, faute de conditions cadres entrepreneuriales favorisant le transfert "en entreprise" de leurs innovations. Pour celles-ci, dans un environnement encourageant l'esprit d'entreprise, la Cité pourra établir un mécanisme de reconnaissance d'occasions d'affaires associé à ces innovations de type "e-business" et favoriser leur encadrement entrepreneurial en conséquence.
- **Technologies de pointe** : Autre condition *sine qua non*. Cette composante est un facteur de succès, si les deux premières sont présentes. Un processus d'identification des technologies est déjà en bonne partie réalisé par la Société Innovatech. Il s'agit de le poursuivre en développant les "spin off" d'innovations technologiques provenant de centres de recherche, de l'Université, de d'autres entreprises du même domaine et, voire d'acquisition de technologies d'ailleurs par les entreprises du milieu.
- **Financement** : Composante majeure d'accompagnement et de facilitation, aussi et surtout, facteur d'accélération du développement de la production et de la commercialisation des produits et des services. Sur cet aspect, la réussite du "Système-Cité" préconisé dispose déjà de l'engagement acquis de partenaires financiers sous le leadership de la Société Innovatech de la région.

Lors de la mise en activité de la Cité, plusieurs voies de solutions, existantes et complémentaires les unes aux autres, s'offrent dans la région en développement de nouvelles entreprises : la formule du CREDEQ (accompagnement et disponibilité de lieux physiques déterminés mais non spécifiquement adaptés au domaine); celle d'Inno-Centre (incubateur technologique virtuel basé sur un encadrement adapté aux besoins concrets entrepreneuriaux et sur un système établi de formation sur mesure profitant d'un réseau de personnes ressources de haut niveau); l'expérience démontrée du Centre québécois de la valorisation de la biomasse (CQVB) (aide financière et encadrement expert en démarrage); l'initiative du BVAR (soutien au pré-démarrage adapté aux chercheurs universitaires qui veulent développer leurs entreprises tout en continuant leurs carrières à l'université); l'approche "mentorat" de l'INO (dédié d'abord à l'essaimage technologique, associant les capacités du centre aux intentions entrepreneuriales des chercheurs); enfin, la politique et l'action en transfert de technologies du CRDV. Cette variété offre toute la flexibilité de choix possibles aux futurs entrepreneurs.

Les nouveaux entrepreneurs ont besoin des services de professionnels sensibilisés à la technologie et à la "coopétition". Ce qui implique l'existence d'un réseau régional de personnes ressources d'expérience en démarrage d'entreprises technologiques. Ces expertises pointues sont à rassembler à la table des entrepreneurs qui démarrent leur entreprise. Dans

le cadre de la Cité projetée, les engagements pris par les professionnels de la région sous l'initiative de la Société Innovatech, constituent un apport additionnel de poids à cet égard.

RECOMMANDATION 3

Par la Cité, mettre en place des processus régionaux efficaces, en démarrage d'entreprises technologiques, pour l'identification et l'accompagnement des nouveaux entrepreneurs sous forme de mentorat et/ou d'incubation, soutenus par des personnes ressources d'expérience.

RECOMMANDATION 4

Mettre en place un plan d'identification continue des technologies disponibles dans la région, et encourager les " spin-off " des centres de recherches vers l'industrie, en supportant les initiatives existantes (CRDV, INO, BVAR) en matière de transferts technologiques et d'essaimage.

3.1.4 L'attraction d'entreprises existantes provenant de l'extérieur de la région

Une activité spécifique d'attraction d'entreprises existantes en optique/photonique installées en dehors de la région, doit être soutenue pour augmenter rapidement la masse critique d'emplois industriels, pour aussi valoriser l'émulation entrepreneuriale, pour, enfin, ajouter à l'expérience industrielle régionale, tout en générant un potentiel de sous-traitance bénéfique aux PME existantes. C'est aussi une façon de contrer l'exode des cerveaux par une offre accrue d'emplois de qualité.

Deux catégories d'activités sont à mettre en œuvre : d'une part, des actions de promotion et de prospection et, d'autre part, d'accueil et d'assistance à l'établissement.

Promotion et prospection

En promotion et prospection, deux grandes séries d'actions sont à entreprendre :

- La première, faire connaître largement et internationalement la marque de commerce **Québec OPTOpole**, associé à la région comme lieu favorable et de qualité en optique/photonique. De cette manière, il s'agira d'augmenter la notoriété et l'attrait de la région comme territoire structuré, mondialement " incontournable ", et bourdonnant d'activités dans le domaine. Des actions sont à soutenir telles que : congrès mondiaux spécialisés en optique/photonique, événements comme Opto-Contact, muséologie spécialisée, actions majeures de promotion en ligne, structure d'accueil et d'assistance, etc.
- La seconde, proactivement, par la conception et la réalisation d'un plan de prospection et de promotion ciblé, harmonisant les ressources et les organisations existantes. Il s'agit surtout de mettre à profit :
 - les contacts industriels et commerciaux réguliers du milieu;
 - les occasions que sont l'organisation de visites industrielles et les participations à des foires commerciales;
 - les moyens des partenaires que sont la SPEQM, Investissement-Québec, la SGF, le ministère des Affaires extérieures du Canada; etc.;
 - plus spécifiquement, il y a lieu de profiter des contacts internationaux du COPL et de l'INO;
 - concernant le CRDV, son appartenance aux vastes réseaux de centres de R&D militaires canadiens et de l'OTAN nécessite une attention particulière à cet égard;
 - la liste des sous-traitants et des clients de ces centres est aussi une mine potentielle à exploiter;
 - autre volet majeur de ce plan serait une identification fine et une action subséquente de contacts personnalisés auprès des ex-étudiants de la FSG dans le domaine qui sont installés à l'extérieur de la région et sont dans des positions de commande dans des entreprises de l'optique/photonique.

Pour cela, il faut concevoir et utiliser des outils promotionnels tels que répertoires, DVD, brochures, documents sur la R&D, sur la fiscalité au Québec et au Canada, les mesures fiscales associés à la Cité, les structures et infrastructures de la région, exigences environnementales, écoles, etc. Une partie de ce matériel existe. Il s'agit de le " personnaliser " au contexte de l'optique/photonique.

Accueil et assistance

Il ne suffit de promouvoir et prospector, il importe qu'un " guichet " d'accueil et d'assistance puisse répondre et recevoir adéquatement les " hôtes " éventuels prospectés. À cet égard, la SPEQM, pouvant servir de guichet unique d'entrée, est l'organisme tout désigné pour coordonner les ressources combinées de la Cité, du Parc technologique, de la FSG, des centres de recherche, des municipalités, des instances gouvernementales, etc. Il importe cependant de formaliser ce processus d'accueil et d'assistance

RECOMMANDATION 5

Pour augmenter la masse critique des emplois et du nombre d'entreprises, œuvrer à attirer à Québec des entreprises du domaine, extérieures à la région; en élaborant et en réalisant un plan ciblé de prospection et de promotion mondial, par l'harmonisation des ressources existantes par l'entremise, entre autres, d'une équipe constituée en réseau, composée d'élus, d'industriels et d'organismes de promotion économique, en particulier celui de la SPEQM.

3.2 LES AXES D'ACTION

Ayant pour but d'édifier un " Système-Cité " d'activités intégrées et structurées concernant l'industrie de l'optique/photonique, en réponse aux situations et attentes spécifiques de l'industrie, le plan de réalisation de la Cité reposera sur les cinq axes d'action suivants :

1. La formation et la main-d'œuvre.
2. La commercialisation internationale.
3. Le financement.
4. La fiscalité.
5. La recherche et développement.

L'ensemble ainsi que chacune de ces actions contribueront, systématiquement, à soutenir le développement des entreprises tel que précédemment énoncé.

3.2.1 LA MAIN-D'ŒUVRE ET LA FORMATION

Rappelons que le projet de la Cité s'inscrit dans une finalité globale de développement de la richesse et de l'emploi à l'échelle de l'ensemble de la région de Québec. En concurrence mondiale et nationale avec d'autres " lieux " spécialisés dans le domaine, la disponibilité d'une main-d'œuvre spécialisée en optique/photonique, surtout celle qui l'est hautement, constitue le premier des atouts de la région. En nombre et en qualité, il importe de consolider et d'accroître richement de matière grise, atout qu'il s'agit à long terme de consolider, voire d'améliorer.

À court terme, la forte croissance de l'industrie entraîne des modifications et une augmentation des besoins de main-d'œuvre spécialisée et ce, à différents niveaux et champs de compétences. Ces besoins immédiats font de cette question, la première des priorités d'action du projet d'ensemble de la Cité. De même, à long terme, élargir le réservoir de savoir en optique/photonique de la région constitue l'un des facteurs clés de sa réussite économique.



3.2.1.1 La main-d'œuvre

“ Dans une économie de savoir, la capacité de produire et d'utiliser le savoir, c'est-à-dire d'innover, constitue non seulement un facteur déterminant de la richesse mais aussi la base des avantages comparatifs. Le savoir est essentiel à l'amélioration de l'efficacité des processus de production et de distribution, de même que de la qualité des biens produits, et à la diversification du choix de produits et de services offerts aux consommateurs et aux producteurs... L'essor de l'activité économique dans les secteurs fondés sur les connaissances et la technologie a déjà donné lieu à une expansion rapide de la production et à la croissance de l'emploi dans les industries de pointe comme celles de l'informatique, de l'électronique, des télécommunications et de l'aérospatiale. ”¹

Conseil de la science et de la technologie

Comme souligné dans le profil de l'industrie (section 1.4), la région de Québec regroupe une part très importante de compétences hautement et moyennement qualifiées en optique/photonique au Canada. En concurrence avec d'autres lieux spécialisés en optique/photonique dans le monde, ce foyer de connaissance constitue un avantage à mettre à profit. La région compte près de 250 chercheurs dans ses trois centres de recherche et plus une centaine d'autres dans les entreprises, auxquels s'ajoute un bassin important d'étudiants inscrits dans des filières universitaires reliés au domaine. Globalement, rappelons qu'on y retrouve environ 500 personnes oeuvrant en recherche et/ou conception de produits et services. Cependant, au lieu d'en faire pleinement profiter la région, cette matière grise tend à enrichir davantage d'autres régions dans le monde, notamment, l'Ontario ou encore les États-Unis. À tel point qu'une **pénurie de haut et de moyen savoir en optique/photonique est appréhendée à terme dans la région étant donné un exode croissant de la relève.**

Déjà, au début des années 80, lors de la décision du gouvernement canadien d'implanter l'Institut national d'optique dans la région, la présence de deux organismes de recherche et d'un enseignement spécialisé à l'Université Laval était un facteur décisif pour établir dans la région ce pôle de développement de l'industrie optique/photonique de tout le pays, à partir de Québec plutôt qu'ailleurs. Nul ne peut mettre en doute les résultats très positifs au plan du développement industriel induit par la présence de l'INO dans la région. Un constat similaire serait possible en ce qui concerne les impacts de l'implantation récente de la gestion nationale de l'ICIP à l'Université Laval. Ce qui démontre qu'en nouvelle économie, l'enrichissement à long terme des sociétés et des régions passe par des **investissements immédiats** dans la formation de la main-d'œuvre de haut niveau, dans le recrutement de nouvelle et dans la rétention de l'existante.

L'industrie de l'optique/photonique requiert, pour la plupart de ses activités, un niveau élevé de qualification de sa main-d'œuvre. Dans la région, les prévisions de recrutement des entreprises montrent que 56 % des nouveaux employés requis pour les deux prochaines années, devront détenir au minimum un baccalauréat. Les futures recrues seront essentiellement issues des disciplines scientifiques, technologiques et de l'administration (gestion, commercialisation, etc.). Ce phénomène est observable dans tous les secteurs de la haute technologie, *“ ...travailler en TI est directement lié au niveau de compétence et à l'obtention d'un diplôme, les postes en TI requièrent plus de formation (cf. ingénieurs, analystes, etc. qui nécessitent au minimum un diplôme de premier niveau universitaire). ”²*

Profil général de la main-d'œuvre dans l'industrie de l'optique/photonique

Actuellement, la main-d'œuvre de l'industrie de l'optique/photonique de Québec est composée d'environ **36 %**³ de travailleurs actifs, soit en recherche et développement, de plus ou moins 36 % en production; alors que le personnel employé à des tâches administratives ou à la commercialisation en représente 32 %.

Au regard des chiffres du tableau ci-dessous, on constate que la répartition selon le type d'employés, aux États-Unis diffère de celle prévalant à Québec.

¹ **Le Canada et l'économie du savoir**, Sommet sur la TI et l'économie du savoir, Industrie Canada, 3 décembre 1997; <http://strategis.ic.gc.ca/SSGF/it04360f.html>

² *" Earnings in IT occupations are directly linked to skill level or educational attainment. IT occupations requiring more education, e.g. computer scientists, engineers, and systems analysts, many of which require at least a college degree... "*, **The Emerging Digital Economy II**, Office of Policy Development, U.S. Department of Commerce, Washington, juin 1999, page 41.

³ Voir la section précédente 1.4.2.2.

Catégories d'emploi dans l'industrie opto-électronique aux États-Unis

Ingénieurs/chercheurs	11%
Production	28 %
Ventes et marketing	33 %
Autres	28 %

Source : OIDA, 1998

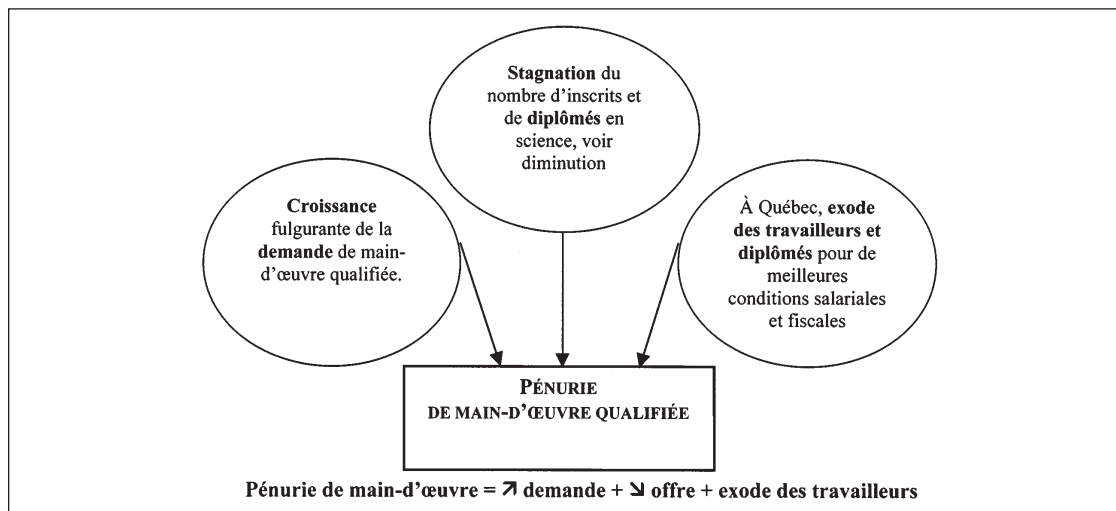
Par ce tableau, avec une indication de **11 %⁴ de travailleurs hautement qualifiés**, comparativement aux données équivalentes dans la région (selon toute réserve, compte tenu des différences de méthodologie et de classification), cette différence illustre que la structure de l'industrie de l'optique/photonique de Québec, nécessite une main-d'œuvre proportionnellement plus qualifiée pour ses activités de R&D, de conception, de production, etc. Le personnel rattaché à la commercialisation est, quant à lui, numériquement plus faible à Québec, si l'on compare la proportion, **33 %**, de cette catégorie au sein de l'industrie de l'opto-électronique aux États-Unis. Ce qui reflète l'une des caractéristiques de l'industrie de la région, composée essentiellement d'entreprises n'ayant pas atteint le seuil de production et de commercialisation de masse.

Une pénurie généralisée de main-d'œuvre en haute technologie

L'existence de lieux de formation de main-d'œuvre spécialisée de haut niveau en optique/photonique est un facteur d'attrait pour les entreprises. Face à la pénurie de main-d'œuvre observée dans les secteurs de haute technologie, on découvre que les entreprises seraient aujourd'hui plus disposées à s'établir là où des ressources humaines qualifiées sont disponibles. C'est ce que récemment, soulignait M. John Roth, chef de la direction de Nortel Networks, "**Perdez vos leaders et vos équipes de concepteurs cesseront d'être victorieuses.** En évoquant la possibilité que les entreprises soient condamnées à suivre la main-d'œuvre qualifiée, il déplore également l'exode des cerveaux qu'il a relié à la fiscalité plus attrayante aux États-Unis."⁵

La pénurie de main-d'œuvre qualifiée en haute technologie évoquée se manifeste à l'échelle nationale et internationale.⁶ En effet, partout que ce soit dans le domaine général des technologies de l'information ou en optique/photonique, le même problème existe : un manque de main-d'œuvre spécialisée à cause d'un déséquilibre entre l'offre et la demande. La croissance des besoins de main-d'œuvre en optique/photonique dans le monde est fulgurante. Par contre, le nombre de nouveaux diplômés est partout stagnant voir à la baisse. Plus particulièrement, s'ajoute **pour la région de Québec le facteur d'exode de ses cerveaux en optique/photonique.**

Graphique 1-16 Les causes de la pénurie de main-d'œuvre



⁴ L'imprécision de l'information de l'OIDA sur ce point pourrait faire en sorte que d'autres travailleurs qualifiés en technologie pourraient être comptabilisés dans la catégorie autres.

⁵ L'exode des cerveaux, Gérard Bérubé, CAmagazine, août 1999, page 5.

⁶ "The Global Shortage of IT Workers, America's New Deficit : the shortage of IT workers", Departement of Commerce. 1997, page 17 : "As in the United States...executive surveys and anecdotal evidence suggest that IT workers are in increasingly short supply in other countries as well. A survey of some 1,500 chief information officers (CIOs) in 21 countries, conducted by Deloitte and Touche Consulting Group, suggest that IT managers throughout the world are experiencing a difficult combination of unprecedented demand for IT workers and high turnover rates."

“ En manque d’employés et d’ingénieurs diplômés, les entreprises américaines n’ont aucun scrupule à recruter à l’extérieur des employés leur permettant d’être plus performantes et novatrices. ”⁷ En août 1999, des sénateurs républicains ont proposé d’augmenter les quotas d’immigration pour les travailleurs étrangers hautement qualifiés, “ si l’augmentation est approuvée, elle risque d’accentuer l’exode des cerveaux remarqué dans le domaine des nouvelles technologies hors des États-Unis. Le Canada et l’Europe voient depuis quelques années s’enfuir leurs jeunes diplômés vers les États-Unis qui offrent de meilleurs salaires. Malgré une formation qui s’améliore dans ces pays et la prise de mesures fiscales ou privées pour retenir les “ cerveaux ”, ces derniers ne peuvent qu’être tentés par le dynamisme et l’accueil financier qui leur est réservé là bas. ”⁸ Une enquête réalisée aux États-Unis montre que 340 000 postes en haute technologie sont vacants et que les visas H-1B pourraient par conséquent fortement augmenter.⁹ On peut s’attendre d’ici peu, que les entreprises américaines et ontariennes fassent encore plus miroiter leurs avantages de revenus élevés et de conditions de travail alléchantes auprès des diplômés en optique/photonique de l’Université Laval.

Ce contexte de pénurie mondiale et de mobilité des compétences en haute technologie expliquent donc la concurrence à cet égard entre les entreprises technologiques où qu’elles soient. Il s’agit d’une course au recrutement des meilleurs cerveaux. Chaque pays, ayant compris l’importance de cette main-d’œuvre de haut niveau dans leur économie, met en place des mesures d’attrait, de rétention et/ou de sensibilisation pour cette dernière. “ Cette situation n’est pas propre aux États-Unis. Récemment l’OITDA au Japon a entrepris des efforts considérables afin d’accroître le savoir et les connaissances en optoélectronique au niveau secondaire. ”¹⁰

À Taiwan, le même phénomène de pénurie est observé. D’après les témoignages d’associations dans les domaines de l’électronique et électrique de ce pays, “ Les secteurs en communication, information, optoélectronique et semi-conducteurs nécessiteront environ 300 000 travailleurs dans les quatre prochaines années... Ces associations travaillent donc conjointement avec le gouvernement afin de mettre en place des programmes de formation spécialisés dans le domaine. L’université de Taiwan met en place des programmes dans des secteurs tels que les semi-conducteurs, les communications et l’opto-électronique. Et des suggestions sont faites au gouvernement afin de faciliter les procédures de recrutement de personnel étranger. ”¹¹

Fort de son bassin de matière grise, la grande région de Québec est donc devenue un des bassins d’approvisionnement en haut savoir d’autres grands centres de l’optique/photonique dans le monde. Agressivement, ces dernières viennent peu à peu y puiser une partie de leur cerveau. L’exode appréhendé dans la région pourrait devenir une grave réalité si, proactivement, à l’exemple de Taiwan, on ne prend pas les mesures régionales et nationales qui s’imposent. Les médias se sont saisis récemment de cette problématique. **En effet, chaque spécialiste hautement qualifié en science et technologie, qui quitte la région, équivaut en quelque sorte à la fermeture d’une “ PME ”.**

Une situation inquiétante

De nombreuses études soulignent “ l’insuffisance des moyens pour évaluer les besoins réels de main-d’œuvre des entreprises et de les faire connaître aux décideurs d’enseignement. ”¹² En évaluant des besoins globaux à court terme de l’industrie de l’optique/photonique de la région, il apparaît que, d’ici 2 ans, leur nombre de travailleurs pourrait **doubler**, alors que les moyennes de croissance des différents secteurs de l’optique/photonique dans le monde se situent, selon l’OIDA, entre 12 et 18 % par année. En référence aux prévisions d’ensemble indiquées au début de la section 3.1, d’ici cinq ans, ce nombre total pourrait **quadrupler**.

À ce propos, le Conseil de la Science et de la technologie du Québec souligne que “... la situation actuelle doit être jugée inquiétante. Conjuguée à la baisse du nombre de jeunes et au très grave problème du décrochage scolaire, la diminution marquée des inscriptions universitaires dans les sciences pures et appliquées, et de la diplomation qui en découle ainsi que la baisse générale des inscriptions à temps plein à l’université, devraient inciter sérieusement à s’interroger sur **la capacité du Québec de former une main-d’œuvre en mesure de répondre aux besoins de l’économie du**

⁷ Les États-Unis veulent accueillir davantage de cerveaux, Washington, 5 août 1999, site Internet Multimédium; www.mmedium.com

⁸ Idem.

⁹ “ High-Tech Worker Shortage On Agenda ”, ZDNet, 8 mai 1999..

¹⁰ “ Worldwide Optoelectronics Markets ”, OIDA, 1998, page 18.m.

¹¹ “ Taiwan High-Tech Industry Suffers Serious Manpower Shortage ”, 3 septembre 1998, Taipei, <http://www.nikkeibp.asiabiztech.com/wcs/frm/leaf?CID=onair/asabt/moren/66317>.

¹² Pour une politique québécoise de l’innovation..., précité, page 45.

savoir. ¹³ Cela signale toute l'acuité des mesures à prendre en matière de main-d'œuvre hautement qualifiée au sein du projet de l'OPTOpole.

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

De toute urgence, la Cité devra mettre en place un plan d'ensemble concernant une pénurie appréhendée de main-d'œuvre qualifiée en optique/photonique, à l'échelon de l'industrie de Québec. Ce plan devra comporter des mesures à court terme et à long terme portant sur la formation, le recrutement et la rétention, plus particulièrement en ce qui a trait à l'amélioration des conditions professionnelles de travail.

Cette pénurie mondiale qui met en concurrence les entreprises en haute technologie, où qu'elles soient, entraîne donc l'exode du haut savoir en optique/photonique de Québec. En effet, les ressources humaines vont là où les conditions de travail sont les plus satisfaisantes. **Et cette rareté des ressources entraîne tendancieusement une inflation salariale et un taux de rotation important. La main-d'œuvre qualifiée devient une denrée rare et ceci ne peut qu'entraver la croissance à long terme des entreprises, c'est d'ailleurs pourquoi aux États-Unis, au Japon ou à Taiwan, des mesures d'urgence sont mises en place afin de pallier à la demande croissante sur ce plan.**

Face à l'exode des ressources, des **mesures de rétention, de type incitatif**, doivent être amorcées, en commençant par des actions vers ceux et celles qui font leurs études en optique/photonique. De même, il importe d'œuvrer à retenir les ressources humaines spécialisées, tant dans les entreprises qu'à l'Université Laval, de même que dans les centres de recherche. Les incitatifs fiscaux annoncés dans le cadre de la Cité de l'optique aideront l'industrie à ajuster ses conditions de travail à un marché de l'emploi dont la concurrence dépasse les frontières de la région.

Enfin, pour le court terme et en riposte aux États-Unis qui agissent "agressivement" sur ce plan, il y a lieu aussi de prendre des mesures facilitant les procédures d'**immigration** de ressources humaines étrangères de haut niveau en optique/photonique. D'autre part, la Cité, en association avec la FSG, devra agir systématiquement afin d'inciter et faciliter le **retour dans la région d'anciens diplômés** sûrement intéressés par le dynamisme de l'ensemble des initiatives régionales actuelles en optique/photonique.

3.2.1.2 La formation

Travaux du comité de travail industriel sur la formation et la main-d'œuvre

Dans le cadre du projet de l'OPTOpole, un comité industriel de travail¹⁴ a été mis sur pied suite à une réunion du comité aviseur de la Cité de l'optique, le 25 mai 1999. Ce comité a tenu sa première rencontre le 11 juin. L'objectif du comité était de déterminer des pistes d'actions à favoriser pour répondre à la problématique de la main-d'œuvre dans la région selon les thèmes suivants :

- le développement de la formation de la main-d'œuvre hautement spécialisée;
- le développement de la formation de la main-d'œuvre moyennement spécialisée;
- la rétention de la main d'œuvre;
- le recrutement de la main-d'œuvre à l'extérieur;
- la sensibilisation en sciences auprès des jeunes, des femmes et des décideurs.

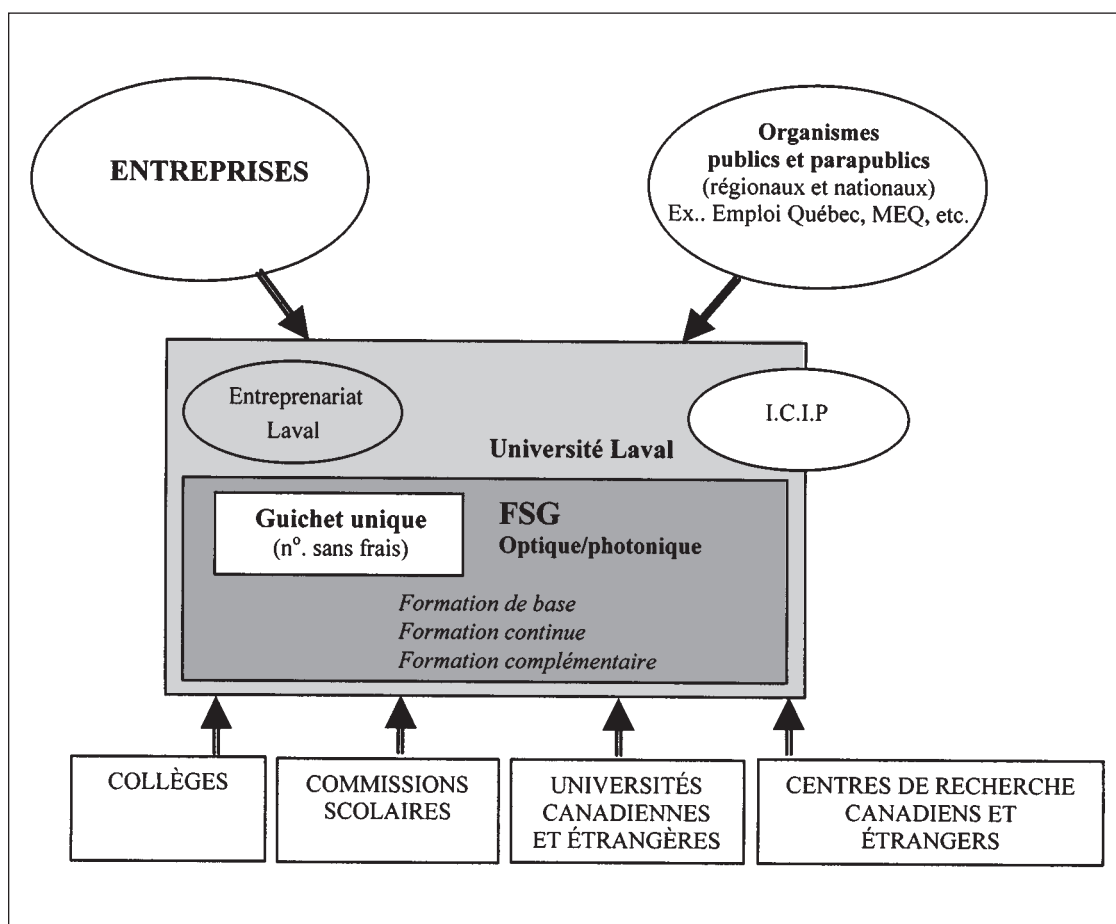
Une grande partie des actions, projets et recommandations qui suivent, résultent des travaux du comité.

A) LE PLAN D'ACTION DE LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE (FSG)

Afin de répondre aux besoins généraux de main-d'œuvre qualifiée de l'industrie de l'optique/photonique de la région et, surtout, d'adapter l'offre de formation spécialisée à la demande des entreprises, la FSG propose, **en deux volets**, des solutions à court, moyen et long terme tant aux niveaux universitaire et collégial qu'à celui du secondaire.

¹⁴ Voir liste des membres du comité de travail annexe 7

Graphique 2-17 Les intervenants du guichet unique de formation en optique/photonique



Opérationnellement, au cœur du plan d'action que la FSG propose, on retrouve un **guichet unique de formation en optique/photonique** (qu'illustre le graphique précédent) lui permettant d'agir à titre de " **courtier** " sur la base d'un **catalogue** décrivant toutes les formations offertes en optique/photonique par la région.

La FSG établira des partenariats avec les collèges, les entreprises, les organismes publics et parapublics et éditera le catalogue commun des programmes offerts. Ce catalogue énumèrera l'éventail des formations en optique/photonique disponibles dans les diverses institutions d'enseignement de la région ou même hors région. Ce catalogue sera accessible sur le site Internet de la FSG et relié par hyperliens à maints autres sites régionaux, québécois et étrangers afférents. Il sera mis à jour de manière continue au plan de l'offre de formation et ajusté, au plan de la demande, aux besoins de main-d'œuvre de l'industrie de la région. La FSG se dotera d'une unité avec un numéro sans frais, qui permettra d'avoir accès facilement à toutes les possibilités de formations reliées au domaine de l'optique/photonique. Ce concept tout à fait nouveau sera tout d'abord bénéfique autant pour les entreprises que pour les étudiants et donnera une visibilité à la région.

RECOMMANDATION 6

Que les institutions d'enseignement de la région accordent une haute priorité à la formation spécialisée en optique/photonique, et qu'elles y allouent les ressources et budgets nécessaires, de concert avec les ministères de l'Éducation et de la Recherche, de la Science et de la Technologie, compte tenu des besoins en main-d'œuvre de l'industrie, identifiés pour les 5 prochaines années.

PRÉSENTATION RÉSUMÉE DES DEUX VOILETS DU PLAN D'ACTION

Volet 1

En fonction du court terme, le premier volet du plan comporte les actions suivantes :

- Pour répondre à la demande immédiate des entreprises de la région, le plan prévoit la création d'un baccalauréat en génie optique/photonique, ou le renforcement du baccalauréat en génie physique étayé par une forte concentration en optique/photonique, de même que l'insertion de nouvelles options en optique/photonique dans les baccalauréats en génie mécanique, en génie informatique et en génie électrique.
- De plus, des cours complémentaires seront insérés dans les programmes réguliers afin de sensibiliser les étudiants aux réalités actuelles du monde du travail dans leurs dimensions internationales, afin de rapprocher l'enseignement de l'industrie de l'optique/photonique.
- La mise sur pied d'un " *Centre international de formation continue* " en optique/photonique, qui accueillera des candidats de tous les pays qui veulent se perfectionner, se recycler ou se spécialiser de manière pointue, dans un volet de ce domaine. Le Centre offrira des programmes, en langues française et anglaise, de durée variable (de 3, 6 et 12 mois) selon la nature des besoins, ainsi que des programmes de certificat.
- Des activités spécifiques (ex. : rencontres et séminaires courts sur la gestion, la technologie, le marché, etc.) de sensibilisation et de formation en optique/photonique à l'intention de dirigeants (ex. : entrepreneurs, cadres supérieurs, etc.) de l'industrie et/ou de d'autres domaines (ex. : courtiers en valeurs mobilières, hauts fonctionnaires, etc.), seront offerts par le biais d'un " *Centre de leadership* " d'envergure mondiale. Il s'agira, par une formation continue de haut calibre, de faire de la région de Québec, un lieu de rencontre mondial en optique/photonique.
- Le développement de partenariats entre institutions d'enseignement de différents niveaux, comme les collèges ou certaines écoles secondaires spécialisées en formation professionnelles.

Volet 2

Le **second volet** du plan concerne les problématiques à **moyen et long terme**. Il s'agit davantage de renforcer les hauts savoirs des deuxième et troisième cycles universitaires. Si le premier volet du plan apporte des réponses applicables aux besoins immédiats de l'industrie, il s'impose aussi de consolider et de mieux articuler l'ensemble de la formation et de la recherche universitaires spécifiques à l'optique/photonique. Cela concerne la pointe de la pyramide du savoir spécialisé dans le domaine pour toute la région. Rappelons que l'industrie régionale n'est pas très présente dans les principaux courants de marché que sont les TIC.

À la FSG, y compris le COPL et l'ICIP, toutes les " multidisciplines " du génie, de la physique et des communications optiques devraient être réunies pour amorcer une action de formation et de recherche d'envergure, en particulier dans les télécommunications. Il faut en cela télescoper l'avenir proche : par exemple en s'attachant aux applications de l'heure que sont les interfaces " WDM " de la boucle locale " FTTH " et " FTT-LAN ", la TVI, etc. S'ajoute, incontournable dans ce contexte, le projet du banc d'essai SYNAPSE pouvant devenir un trait d'union et d'expérimentation directs, voire de transferts de savoir appliqués à l'industrie. C'est une action **mobilisatrice et unificatrice pour la FSG**, à mener sur plusieurs années et **à débiter de toute urgence**. La première activité consisterait donc à développer les tenants et aboutissants d'un projet intégré pouvant associer, à l'échelle régionale, les centres de recherche et certaines entreprises, sans compter les compétences des autres pôles technologiques de la région en TI, en général.

Ces dernières années, reconnaissant l'effervescence de l'optique/photonique, bon nombre d'universités américaines ont développé de nouveaux centres de formation et de recherche spécialisés. Compte tenu du rôle clé de l'optique/photonique dans les télécommunications de pointe, là réside la possibilité, à terme, de renforcer, par ce volet la " colonne vertébrale ", de haut en bas, de l'enseignement et de la recherche (COPL) de la FSG dans le domaine de la " lumière ". **Il appartient à la FSG d'en définir les conditions et les étapes.** Par ses capacités uniques d'associer Science (physique) et Génies constitutifs de l'optique/photonique, la FSG est en mesure de réaliser un " pas quantique " en nouant toutes les ressources multiplicatrices afférentes. En général, dans les autres universités, aucun alliage tel n'existe.

Un tel volet va nécessiter, par exemple, une augmentation de ressources (enseignants, services de soutien, équipements, etc.) pour assurer une relève du corps d'enseignants de haut niveau en optique/photonique et pour renforcer structurellement le COPL. De manière à raffermir une activité d'excellence reconnue dans la région et dans tout le Québec, il appartient aux directions supérieures de la FSG et de l'Université Laval d'examiner des voies de solutions appropriées à leur cadre de fonctionnement et, cela, en collaboration avec les ressources des ministères de l'Éducation et de la Recherche, de la Science et de la Technologie.

Il importe cependant que l'Université Laval, par la FSG, n'oriente pas ses activités et programmes strictement en fonction de la formation de main-d'œuvre locale. Ses relations avec ses partenaires institutionnels et industriels canadiens, nord-américains et mondiaux demeurent tout aussi essentielles. Elle doit maintenir son statut de centre universitaire d'envergure mondiale.

RECOMMANDATION 7

Réaliser le plan d'action suivant en deux volets, proposé par la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval.

Volet 1 - Recommandation 7.1 portant sur les besoins à court terme de l'industrie :

- **Géré par la FSG, au profit des entreprises et des centres, un guichet unique de formation et de coordination des enseignements en optique/photonique collégiaux et secondaires avec ceux de l'Université.**
- **L'édition, la mise à jour et la diffusion auprès des clientèles visées d'un catalogue commun des programmes en optique/photonique offerts par les institutions régionales.**
- **La structure de formation en optique/photonique à renforcer à la FSG, en génie informatique, mécanique et électrique, par une offre de cours optionnels en la matière.**
- **Réorganiser le programme du baccalauréat en génie physique, pour incorporer le maximum de formation en optique/photonique.**
- **La création d'un " Centre international de formation continue " offrant, en français et en anglais, des programmes de certificats et des formations courtes et spécialisées de haut niveau, s'adressant à des spécialistes diplômés et à des gestionnaires du domaine au Québec, au Canada et à l'étranger.**
- **Le développement d'un " Centre de leadership " d'envergure mondiale proposant des activités de formation et de sensibilisation en entrepreneuriat, gestion, technologies et marchés de l'optique/photonique, etc., à l'intention de dirigeants de l'industrie et/ou de d'autres domaines (ex. : courtiers en valeurs mobilières, haut fonctionnaire, etc.).**
- **Créer une entente avec l'Ordre des Ingénieurs du Québec en matière de recyclage de la main-d'œuvre en génie pour l'industrie de l'optique/photonique de la région.**
- **L'établissement, sous l'initiative de la FSG, de partenariats entre l'industrie et les institutions d'enseignement (secondaire, primaire etc.), afin de bonifier et de concerter la formation en optique et en photonique à l'échelle de la région.**
- **Organiser de façon régulière (ex. : 1 fois par trimestre) des événements visant la sensibilisation de la relève.**

Volet 2 - Recommandation 7.2 portant sur les problématiques à moyen et long termes :

- **Aux deuxième et troisième cycles universitaires, tenant compte du premier cycle, consolider et mieux articuler l'ensemble de la formation et de la recherche universitaires spécifiques à l'optique/photonique, en misant sur l'existence au sein de la Faculté de différentes disciplines scientifiques et d'ingénierie, afin d'harmoniser de façon multidisciplinaire leur contribution respective sur la base de projets structurants.**
- **Du fait que l'industrie régionale soit peu présente dans les principaux courants de marché que sont les TIC, que la FSG amorce, dès que possible, un projet intégré d'envergure, plus particulièrement en com-**

munications optiques, en y associant, à l'échelle régionale, les centres de recherche et certaines entreprises, sans compter les compétences des autres pôles technologiques de la région en TI.

- Renforcer et mieux intégrer le COPL à la FSG comme lieu moteur de haut savoir en physique et génie de l'optique/photonique.
- Afin de raffermir une activité d'excellence reconnue dans la région, au Québec, au Canada et dans le monde, que les directions supérieures de la FSG et de l'Université Laval examinent des voies de solutions appropriées à leur cadre de fonctionnement et de financement, en faisant appel aux ressources des ministères de l'Éducation et de la Recherche, Science et Technologie, ainsi que de l'industrie de la région et d'ailleurs.

PRÉSENTATION DÉTAILLÉE DU PLAN D'ACTION

De manière plus précise, le plan d'action de la FSG concerne : la formation supérieure spécifique, la formation sur mesure, le recyclage de main-d'œuvre provenant de domaines connexes, la coordination entre les enseignements collégiaux et universitaires et des actions de sensibilisation dans les écoles. **La suite de cette section le reprend avec plus de détails.**

a) La formation de deuxième et troisième cycles

Soutien à la formation hautement spécialisée de deuxième et troisième cycles

Le Centre d'optique, photonique et laser (COPL) chevauche les départements de génie physique et de génie électrique et génie informatique de la FSG. Il est reconnu mondialement pour la qualité de ces recherches et aussi comme gisement de savoir. Chaque année, il produit des diplômés de niveaux post-doctorat, doctorat et maîtrise. Cependant, le COPL n'est pas à l'abri des coupures budgétaires, tout en "subissant" lui aussi la concurrence des entreprises privées qui embauchent soit des étudiants avant la fin de leurs études ou soit des professeurs. Il en résulte moins de chercheurs et, surtout, moins de recherches fondamentales favorisant le long terme de l'optique/photonique de la région.

En fonction des besoins stratégiques de l'industrie, il importe que l'ensemble des autorités universitaires (ministères et Université Laval) considère de faire une priorité de la formation de deuxième et de troisième cycles en optique/photonique et qu'ils mettent en place une stratégie efficace et lui allouent des ressources adéquates de développement

Le COPL comme nous l'avons mentionné est rattaché à deux départements (plus encore, il doit aussi interagir en **multi-disciplinarité** avec d'autres départements tels la chimie pour les matériaux, l'informatique pour les logiciels, mathématiques pour la mécanique quantique, etc.). Par conséquent, structure "virtuelle", le Centre n'a pas de véritable identité organisationnelle propre. Il lui devient difficile d'accéder aux ressources nécessaires à son bon fonctionnement. Pour assurer son plein développement, de l'avis de plusieurs, ses activités et organisation devraient être mieux reconnues et intégrées au cadre structurel de la FSG.

Cette problématique du COPL est concomitante à l'absence d'une formation spécifique de premier cycle en optique/photonique, bien articulée aux enseignements et à la recherche de 2^e et de 3^e cycles. Sans cette "structure" cohérente et continue, la filière de formation universitaire en optique/photonique à l'Université Laval ne peut pleinement se développer en fonction de ses propres exigences disciplinaires, ni bénéficier aisément de la visibilité et de la notoriété qui lui sont nécessaires. Ainsi, la FSG ne produit pas en tant que tel de diplômés en optique/photonique mais des physiciens ou des ingénieurs des départements de physique et de génie électrique et génie informatique, s'étant spécialisés dans le domaine. **Discipline émergente et carrefour**, l'optique/photonique à l'Université Laval peut être qualifiée "d'orpheline". **Le Volet 2 du plan d'action de la FSG DOIT ÊTRE l'occasion de poser les jalons de solutions, éminemment complexes aux plans scientifiques et technologiques, qui s'imposent.**

b) La formation au premier cycle

Baccalauréat en génie de l'optique/optique

La création d'un nouveau baccalauréat en génie de l'optique/photonique est le vœux de la direction de la FSG. Elle implique une accréditation par le BCAP (Bureau canadien d'accréditation des programmes en ingénierie) et un regard

de l'OIQ (Ordre des ingénieurs), de la CUP (Commission universitaire sur les programmes). Il est important pour les étudiants d'avoir un champ de connaissances élargi surtout au niveau du baccalauréat.

Le profil d'un baccalauréat en optique/photonique paraît trop spécialisé aux yeux de certains. C'est pourquoi le programme de premier cycle à créer devra particulièrement être bien établi pour offrir une formation visant également les domaines connexes tels que les technologies de l'information, les télécommunications, le multimédia etc. La mise en place d'un nouveau baccalauréat est relativement longue. C'est pourquoi, comme solution intérimaire, il est proposé d'insérer des cours optionnels dans les programmes existants. La possibilité de créer ce baccalauréat est en période d'exploration afin d'en mesurer les tenants et aboutissants.

La deuxième option serait d'ajouter au programme de génie physique existant (qui intègre déjà des options en optique) un profil renforcé en optique/photonique. Ceci aurait pour avantage de dynamiser ce baccalauréat et de mieux l'orienter vers les besoins du marché. Cette approche serait certes très rapide puisqu'il s'agit ici de revitaliser l'existant. Mais il faut considérer que toutes les universités pourront faire la même chose et que cette formation ne sera certainement pas aussi pertinente qu'un baccalauréat spécialisé en optique/photonique.

RECOMMANDATION 8

Évaluer l'opportunité de créer un baccalauréat en génie de l'optique/photonique à la FSG.

Ajouter des cours à option ou une concentration en optique/photonique/laser dans les programmes de premier cycle de génie électrique, de génie informatique et de génie mécanique

En plus d'acquérir une formation générale en génie dans ces disciplines, les étudiants inscrits bénéficieraient d'apprentissage spécifique en matière d'optique/photonique. Le besoin de **ce type de profil de formation a été signalé par les entreprises de la région** (voir section 1.4), qui, souvent, embauchent, par exemple, des finissants en génie mécanique pour des tâches requérant des connaissances en optique que ceux-ci n'ont pas acquises.

c) Le CENTRE INTERNATIONAL DE FORMATION CONTINUE

Par la création d'un " *Centre international de formation continue* " en optique/photonique, la FSG pourra recevoir des candidats de tous les pays désirant se **perfectionner**, se **recycler** ou se **spécialiser** de manière pointue, dans un volet d'activités de l'optique/photonique. Les cours dispensés seront offerts en langues française et anglaise. Ils seront de durée variable (de 3, 6 et 12 mois) selon les besoins et pourraient, pour certains, mener à un certificat. Les candidats pourraient venir de tout le Québec, du Canada, des États-Unis ou de l'Europe. Les meilleurs de ces candidats pourraient constituer une source possible de recrutement pour les entreprises de la région.

Microprogrammes

Formation universitaire spécialisée de courte durée : la FSG pourrait offrir 5 cours de 3 crédits, dispensés en français et en anglais à des clientèles du Québec et de l'Amérique du Nord. Cette formation de courte durée pourrait être offerte aux finissants ou gradués en génie électrique ou génie chimique, par exemple, qui voudraient se spécialiser en optique/photonique.

Exemples existants : informatique de base (en partenariat avec Emploi Québec), gestion et technologie de production, génie logiciel, etc.

Formation sur mesure : perfectionnement et recyclage de main-d'œuvre

Sur demande des entreprises : En maillage entre les entreprises et l'université, des formations spécifiques et pointues pourraient être mises en place permettant de répondre aux besoins spontanés des entreprises et ce, en partenariat avec Emploi Québec et le ministère de l'Éducation.

Perfectionnement et recyclage de la main-d'œuvre disponible :

- **Perfectionnement du personnel au sein des entreprises :** Il existe un bassin de ressources humaines dans les entreprises optiques/photoniques qui pourraient bénéficier de formations d'appoint ou continu. Le bassin de clientèle visé serait les ressources humaines des entreprises et centres de la région.

- **Recyclage de main-d'œuvre sans emploi** : Il existe un bassin de main-d'œuvre ayant une formation en génie, et sans emploi. Ces ressources, de par leur formation scientifique, sont faciles à recycler en une main-d'œuvre spécialisée en optique/photonique. De plus, dans ce cas Emploi Québec peut devenir partenaire et financer la formation des nouvelles recrues de l'entreprise.

RECOMMANDATION 9

Que la FSG offre la possibilité d'un volet de formation en communications optiques et photoniques dans la région auprès de l'Institut international des télécommunications récemment créé à Montréal, afin de valoriser une contribution réciproque des ressources de formation industrielle des deux régions.

d) Projet de création d'un CENTRE DE LEADERSHIP

Il s'agit d'un projet de centre universitaire offrant des formations de pointe (en français et en anglais) en **entrepreneuriat** et en **direction/gestion d'entreprises**. De plus, il serait un **lieu d'échange entre chercheurs et gestionnaires renommés**. Il s'agit d'en faire un lieu de référence en optique/photonique **pour les chercheurs, les étudiants, les dirigeants d'entreprises canadiennes et étrangères**. Cette activité permettrait à la grande région de Québec de devenir une " **place** " de rencontre incontournable pour les professionnels en optique/photonique dans le monde. Les objectifs sont d'en faire un centre de renommée internationale où l'on viendrait se perfectionner par des séminaires, des sessions de cours d'été, etc. Certains événements permettraient également de sensibiliser les gens d'affaires (organismes de financement, juridiques ou d'autres domaines indirectement liés à l'optique/photonique), tout en dispensant des connaissances de base en optique/photonique. Il favoriserait aussi le réseautage entre différentes industries en matière d'optique/photonique.

Ex.1 : " Leadership de haut niveau "

Ex.2 : Rencontre des " leaders " mondiaux en optique/photonique

Ex.3 : Rencontre des chercheurs de haut niveau en optique/photonique (cours, laboratoires, séminaires), qui pourrait aussi attirer de nouveaux étudiants à Québec, en leur montrant la dynamique de la région en optique/photonique et aussi en leur faisant connaître les entreprises de la région.

Ex.4 : " Optique/photonique pour les nuls " comme à l'Université de Toronto (annexe 9).

e) La FSG propose un arrimage entre l'université et les collèges pour assurer une formation intégrée DEC-baccalauréat.

Inventaire des formations collégiales liées à l'optique/photonique

Cégep de La Pocatière, Cégep de Limoilou, Cégep André-Laurendeau, John Abbott College : Il s'agirait ici de faire l'inventaire des (DEC) techniques proposées dans diverses institutions collégiales du Québec, pour compléter celui énoncé lors de cette étude, pour la région : le Collège de La Pocatière (chef de file dans le domaine), le Collège de Limoilou (accréditation d'une AEC photonique pour l'automne 1999) et le Collège de Lévis-Lauzon en robotique. Dans la région de Montréal le Cégep André-Laurendeau et le collège John Abbott offrent également des formations techniques en technologie physique. La FSG pourrait faire l'inventaire de ces différentes formations techniques existantes à l'échelle du Québec et les présenter dans son catalogue.

RECOMMANDATION 10

Que les entreprises facilitent la mise en disponibilité de leur personnel auprès des institutions d'enseignements collégiaux et universitaires.

RECOMMANDATION 11

Il importe que l'Université Laval, de concert avec le ministère de l'Éducation considèrent l'optique/photonique comme une activité majeure et prioritaire de l'Université, de manière à y allouer les ressources adéquates, de façon à :

- Inciter chercheurs et étudiants à poursuivre leurs activités avec des moyens adéquats.
- Augmenter le corps professoral en optique/photonique et à assurer sa relève.
- Doter la FSG de budgets appropriés pour l'achat et le renouvellement des équipements requis pour un enseignement à jour en optique et en photonique.
- Encourager de façon tangible les entreprises du domaine à faire des dons d'équipements de pointe à la FSG.

D) LA SENSIBILISATION DE LA RELÈVE

Éveil/sensibilisation

Par l'activité " La FSG retourne à l'école ", la Faculté favorise l'accueil et le recrutement de ses futurs étudiants. Des étudiants de la Faculté vont dans les écoles sensibiliser les jeunes aux sciences et aux métiers d'avenir qui en découlent.

D'autres organismes de la région font preuve d'originalité en matière de sensibilisation des jeunes. Notons par exemple : les activités du CRDV, comme le *Festival aérospatial jeunesse* qui aura lieu en septembre 1999; l'Université Laval qui a reçu quelques 12 000 jeunes dans ses locaux pour leur faire découvrir des applications scientifiques et les sensibiliser aux métiers en science; le Centre de démonstration en sciences physiques du Collège François-Xavier-Garneau qui organise des démonstrations pour les sorties de classe, etc. Ceci témoigne de la capacité de concertation entre les divers intervenants du milieu visant à assurer une relève professionnelle.

Diffusion d'informations sur les professions et les programmes en optique/photonique

Face à la diminution des inscriptions en science, **Les Éditions Septembre** proposent à cet effet de diffuser de l'information sur les professions et les programmes en optique/photonique, la proposition vise, d'une part, à sensibiliser les jeunes du primaire et secondaire aux sciences par la création d'un site Internet et, d'autre part, à diffuser de l'information auprès des finissants du secondaire, du collégial et de l'université. En plus, elle inclura de l'information relative aux entreprises de l'optique/photonique " guide de l'emploi ". (Voir l'annexe 5.)

E) LA FORMATION AU SEIN DES ENTREPRISES

Comme souligné dans la section 1.4, certaines entreprises de la région offrent de la formation dont le coût global équivaut entre 1 à 2 % de leur masse salariale. Les méthodes de formation utilisées sont variables : séminaires, formation à l'étranger (congrès etc.), formations pointues offertes par des entreprises externes, par des centres de recherche ou des commissions scolaires.

Quelques entreprises offrent des programmes de formation spécifique :

Exemple 1 : Un besoin de formation destinée aux technologues de l'INO en matière de " soudures de qualité ", une entreprise de la région a offert cette formation pointue sur 2 jours. Ceci a permis à l'INO de former son personnel rapidement, sans aucune lourdeur administrative. De plus la formation répondait exactement au besoin de l'INO.

Exemple 2 : Des consultants réputés pour leurs connaissances dans le domaine de l'optique/photonique offrent des cours intensifs sur divers thèmes et à différents types de clientèles : par exemple, à des gens d'affaires qui veulent connaître l'optique/photonique.

Exemple 3 : L'INO offre des cours d'appoint en communications optiques¹⁵. Il envisage d'en développer dans plusieurs autres technologies du domaine. Il ne s'agit pas de cours formels avec accréditation, mais une façon de développer très rapidement une compétence spécifique adaptée aux besoins techniques de l'industrie.

¹⁵ INO : www.ino.qc.ca/en/products/train.asp

Exemple 4 : Formation continue de la FSG.

F) LA FORMATION DE NIVEAU COLLÉGIAL

Deux collèges dans la région, offrent des formations (DEC et AEC en physique à La Pocatière) et (AEC photonique) Limoilou.

Face aux commentaires recueillis auprès de professeurs, il semble que le matériel utilisé ne soit pas adéquat pour offrir des bonnes formations. En effet, avec l'évolution rapide des technologies et le coût du matériel, les collèges se retrouvent avec des équipements désuets et ne sont donc plus en mesure de faire travailler les étudiants sur des équipements qu'ils retrouveront dans les entreprises à leur sortie.

RECOMMANDATION 12

Au niveau collégial, par l'entremise du Ministère de l'Éducation :

- **Doter les collèges offrant une formation spécialisée en optique/photonique de budgets appropriés pour l'acquisition et le renouvellement et la mise à jour d'équipements.**
- **Encourager de façon tangible les entreprises à donner des équipements de pointe aux institutions d'enseignement.**

G) LA FORMATION COMPLÉMENTAIRE

Afin de parfaire les formations mentionnées auparavant ou celles existantes, il importe aussi d'améliorer les compétences des nouveaux diplômés universitaires et collégiaux en fonction de la nouvelle économie : la sensibilisation aux marchés internationaux, maîtrise de plusieurs langues, familiarisation avec un milieu de travail de plus en plus multiculturel, sensibilisation à l'entrepreneuriat, etc.

La mondialisation si importante en optique/photonique exige des actions spécifiques telles que :

- Favoriser des expériences de travail à l'étranger.
- Organiser des séjours d'études, avec ou sans stage, à l'étranger (programmes de mobilité USA-Mexique; Grandes Écoles en France, en Allemagne, etc.).
- Exiger la connaissance usuelle d'une langue seconde ou d'une troisième langue.
- Élaborer des programmes ou de concentrations à vocation internationale.
- Structurer un réseau d'ententes entre différentes universités partout dans le monde.

Stages en entreprise

Afin de familiariser les étudiants à leur futur environnement de travail, il devient nécessaire d'insérer des stages dans les programmes de formation dans le domaine et d'en faciliter l'accès, soit :

- Développer un volet spécifique en optique/photonique pour le placement des stagiaires.
- Tous les programmes de baccalauréat offrent aux étudiants et étudiantes la possibilité d'effectuer un stage en entreprise (4, 8, 12 ou 16 mois).
- À l'université Laval, un Centre facultaire des stages coordonne au-delà de 500 stages par année.

De plus, les stages sont un bon moyen de recrutement pour les entreprises.

La formation en commercialisation

L'importance de la commercialisation internationale dans les entreprises de l'optique/photonique se démontre par le fait qu'elles exportent pour près de 80 % de leur chiffre d'affaires. Cependant, comme nous l'avons souligné auparavant, des lacunes au niveau de la formation apparaissent, soit :

- Des ingénieurs avec peu, sinon, aucune connaissance en marketing, peu sensibles à l'importance de la commercialisation, des stratégies marketing à utiliser, de l'apprentissage de d'autres langues que le français, etc.

- Des personnes avec un profil spécialisé en marketing et commercialisation, mais peu intéressées ou peu sensibilisées aux domaines de la haute technologie comme l'optique/photonique.

RECOMMANDATION 13

Au sein des différents programmes collégiaux et universitaires, mieux préparer les étudiants aux réalités de la mondialisation en insérant de la formation complémentaire, permettant de sensibiliser les étudiants, entre autres, aux marchés internationaux, au multiculturalisme, au multilinguisme, etc. Par exemple : faire en sorte que l'apprentissage d'une langue seconde dans les programmes de baccalauréat reliés à l'optique/photonique devient une condition de réussite au même titre que toute autre matière.

- Proposer des cours optionnels reliés à la commercialisation internationale dans les programmes de formation universitaires et collégiaux.
- Proposer des cours optionnels reliés à la haute technologie dans les programmes de formation en administration et en marketing.

H) LA FORMATION PRÉPARATOIRE AU NIVEAU SECONDAIRE

Par son Centre de formation professionnelle et technique, la Commission scolaire des Découvreurs offre des formations sur mesure de niveau secondaire 5, des programmes de formation interne spécifiques aux besoins de l'entreprise : " La Commission scolaire des Découvreurs a fondé en 1994, le Centre Maurice-Barbeau, face à la demande croissante des entreprises. Ce centre devient une unité spécialisée en formation continue et dédiée aux services des individus et des entreprises. Les principaux services offerts par le Centre Maurice-Barbeau sont :

- Diagnostic d'entreprise
- Élaboration des besoins de formation
- Élaboration des plans de formation
- Soutien pédagogique aux entreprises
- Développement des compétences de base en milieu de travail
- Consultation, sensibilisation et formation continue en entreprise dans différents domaines. ¹⁶

ISPAJES : Ingénierie simultanée présentée aux jeunes du secondaire

Accrédité par le ministère de l'Éducation du Québec, le programme ISPAJES¹⁷ est un cours sur l'ingénierie dispensé aux élèves de troisième secondaire pendant un an. Ceci leur permet d'acquérir des connaissances sur la profession d'ingénieur et de développer des intérêts pour les sciences et les technologies. Deux écoles dans la région de Québec participent à ce programme, soit : Le petit séminaire de Québec et l'école secondaire du Mont Saint-Anne (annexe 10).

3.2.1.3 La rétention et le recrutement de main-d'œuvre

Afin de combler la pénurie de main-d'œuvre appréhendée, plusieurs actions peuvent être mises en place, et ce, à court terme comme à moyen et long terme. Il s'agit soit de retenir la main-d'œuvre existante (travailleurs et diplômés) ou soit d'en recruter autrement (recrutement par immigration, recrutement auprès des femmes).

A) ACTIONS AUPRÈS DES ANCIENS DIPLÔMÉS

Afin d'agir proactivement contre l'exode des cerveaux et développer l'entrepreneuriat en optique/photonique, le réservoir naturel principal de compétences auquel la région a " accès " est le bassin d'anciens diplômés de la FSG ayant quitté la région. Pour favoriser un retour dans la région des diplômés en optique/photonique un plan **majeur** d'actions comportant plusieurs volets est à concevoir. La réalisation de ce plan va nécessiter la collaboration de plusieurs intervenants de l'industrie et de la Technorégion. Pour fournir une indication des éléments composant ce plan à mettre au point et en œuvre dans le cadre de l'OPTOpole :

¹⁶ Source : Centre Maurice-Barbeau, juin 99.

¹⁷ <http://www.ispajes.qc.ca>

- D’abord, identifier et localiser les ex-diplômés de la FSG formés en optique/photonique aujourd’hui dispersés à l’extérieur de Québec (Montréal, Ottawa, Toronto, Vancouver, États-Unis, Europe etc.); donner la responsabilité à la FSG de réaliser cet inventaire qui implique d’utiliser les réseaux de contacts des ex-diplômés, professeurs et chercheurs de la région.
- En parallèle, mettre sur pied un comité de travail sous l’égide de l’OPTOpole, regroupant des dirigeants d’entreprises et centres de l’industrie, d’un intervenant régional, pour concevoir et rédiger une “ offre de retour ” destiné aux ex-diplômés; puis, leur adresser cette offre (imprimée, Internet, etc.) comportant différentes informations tel que :
 - Présentation de l’OPTOpole;
 - Expliquer la possibilité de recourir à des rabatteurs d’impôts personnels;
 - L’existence de mesures de soutien plus performantes en création d’entreprises;
 - Coordonnées pour prendre contact;
 - Charger l’OPTOpole d’initier et de donner une suite systématique à ce plan.
- Associer spécifiquement la FSG qui organise déjà des événements destinés à ses ex-diplômés; lors de ces événements, les accompagner d’actions tel que :
 - contact des anciens diplômés en optique/photonique pour leur demander ce qui pourrait les inciter à revenir dans la région;
 - organisation d’une rencontre annuelle des anciens diplômés en y invitant les différents acteurs de la région (entreprises, centres de recherche etc.);
 - diffusion de la liste des anciens diplômés du COPL sur les dix dernières années auprès des entreprises de l’optique/photonique de la région;
 - informations de ce plan affichées sur son site internet.

RECOMMANDATION 14

Que la Cité, en collaboration avec la FSG, conçoive et réalise un plan d’action visant à favoriser le retour des diplômés ayant quitté la région, à la fois comme moyen d’augmenter le nombre de spécialistes de haut niveau et de constituer un bassin d’entrepreneurs potentiels en fonction des avantages d’affaires générés par la Cité.

B) “ SYSTÈME/MODÈLE ” INCITATIF DE RÉTENTION DES NOUVEAUX DIPLÔMÉS

Le but de ce “ système/modèle ” est de retenir les étudiants dans la région après leurs études et aussi d’en attirer de nouveaux à y réaliser leurs études. Il s’agit aussi de favoriser ce faisant la création de nouvelles entreprises. Par exemple, le parcours suivant peut être proposé aux étudiants de deuxième et troisième cycles de l’Université Laval :

- Faire un stage (pendant la durée de leurs études) dans un centre de recherche (COPL, INO ou CRDV) et travailler sur le développement d’un projet spécifique, qui sera le produit du démarrage d’une nouvelle entreprise.
- Bénéficier des conseils techniques de l’Entrepreneuriat Laval tout au long du projet pour assurer la préparation requise pour le futur entrepreneur.
- Bénéficier de conditions de financement spécifiques et avantageuses, puisque le projet aura été suivi de près par les institutions d’enseignement et de recherche, et donc aura l’avantage d’être solide.

Entrepreneuriat Laval

Entrepreneuriat Laval permet aux étudiants et étudiantes de commercialiser une idée nouvelle, un concept novateur, de créer leur emploi à partir de compétences acquises, de concrétiser un projet d’entreprise. Il offre de multiples services et l’encadrement nécessaire au prédémarrage d’entreprises pour les étudiants inscrits à l’université :

- Des ateliers et des conférences sur des sujets précis présentés par des experts.
- Un service de consultation qui offre une démarche assistée pour la mise en forme de la réflexion préliminaire au plan d'affaires.
- L'insertion dans un milieu d'affaires en offrant la possibilité d'entrer en contact avec divers intervenants et spécialistes du milieu des affaires.
- Le Concours Québécois de " l'entrepreneurship ", qui permet aux nouveaux entrepreneurs d'exposer leurs projets et de participer à un concours au niveau local, régional et national.
- Des rencontres avec des experts, de l'aide au développement et à la commercialisation, de l'aide de partenaires financiers, etc.

RECOMMANDATION 15

Mettre en place une action de nature incitative visant la rétention de la main-d'œuvre hautement qualifiée dans la région.

RECOMMANDATION 16

Favoriser les interactions entre les universités, les centres de recherche, les entreprises et les centres d'incubation, dans le but de créer des conditions favorables à la fois pour la rétention des diplômés et pour le développement de l'entrepreneuriat.

C) FISCALITÉ ET CONDITIONS SALARIALES

La pérennité et la croissance de l'industrie passent par une bonne gestion et surtout par la compétence des ressources humaines les plus qualifiées au sein des entreprises et centres. C'est pourquoi les conditions de travail et de salaire deviennent un des facteurs clés de succès du développement de l'industrie optique/photonique de la région. Trop souvent les entrepreneurs ont fait remarquer que le manque de ressources humaines entrave leur croissance. C'est d'ailleurs pourquoi l'une de leur principale préoccupation est " d'attirer et de retenir les employés très compétents¹⁸ ".

Une étude menée par l'OCRI (Ottawa Center for Research and Innovation)¹⁹ montre que les préférences des nouveaux diplômés en matière de décisions d'emploi sont les suivantes :

Salaire	42 %
Défis	29 %
Type de travail	28 %
Flexibilité	27 %
Gestion	24%
Équipe	24%
Technologie	23%
Formation	15%
Sécurité	15%

Cette même étude montre que pour les nouveaux diplômés dans la région d'Ottawa :

- 60 % veulent travailler dans une petite entreprise;
- 84 % préfèrent la satisfaction au travail plutôt que le titre;
- 60 % envisageraient de travailler aux États-Unis;
- 76 % désireraient un jour créer leur entreprise.

¹⁸ Extrait du journal Les Affaires, présentation Nortech Fibronic, Rendez-vous technologique 1999.

¹⁹ OCRI, février 1999, <http://www.ocri.ca>, (note : les répondants avaient plusieurs choix de réponses, ce qui explique le total supérieur à 100%).

En corollaire du plan d'action visant le rapatriement des anciens diplômés, les mêmes " arguments " pourraient conduire la direction de l'OPTOpole à agir sur les facteurs énoncés précédemment, car ils s'appliquent de façon similaire en matière de rétention des travailleurs qualifiés qui demeurent dans la région.

Lors d'une présentation au Rendez-vous Technologique 1999, Nortech Fibronic inc. exposait quatre facteurs concernant la rétention des ressources humaines : " une rémunération concurrentielle (salaire en fonction du marché et programme de bonification), la formation en entreprise, avoir de la vision, des objectifs et un plan stratégique, l'ambiance de travail - la vie sociale. (...) Certaines organisations de la région n'hésitent pas à implanter des méthodes favorisant la rétention de leur personnel soit " des prêts hypothécaires, des primes de séparations (ancien employeurs), service d'aide de recherche d'emploi pour le ou la conjointe, l'équipement informatique. "20

Par ailleurs, dans un marché en perpétuelle mutation, il est difficile pour une PME aux ressources limitées d'offrir des conditions de travail concurrentielles. Ce qui les oblige à des ajustements continus. Cependant, comme nous l'ont fait remarquer certains, " Il est nécessaire de s'ajuster aux salaires du marché si on veut conserver ses meilleurs employés. "21 Les incitatifs fiscaux récemment annoncés devraient permettre d'aider les PME à ajuster leurs offres salariales et ainsi la perte de leurs meilleures ressources.

Pour les travailleurs moins qualifiés, le problème est beaucoup moins important, puisque les conditions de travail et les salaires sont supérieurs dans les industries de haute technologie comparativement aux entreprises manufacturières de la région.

D) EMPLOI QUÉBEC : SOUTIEN À LA FORMATION ET AU RECRUTEMENT

Emploi Québec, en plus de ses initiatives en recrutement, soutient l'industrie en finançant des programmes de formation spécialisée offerte par des universités ou des collèges. D'autre part, Emploi Québec est également en mesure de financer les formations spécifiques pour des ingénieurs sans emploi et désireux de se recycler en optique/photonique.

Par exemple, pour une entreprise de la région qui exprimait un besoin spontané d'une dizaine d'employés avec une formation spécialisée en optique de niveau collégial, la procédure de recrutement a été la suivante :

- Par le biais d'annonce dans les journaux, Emploi Québec a recruté une cinquantaine de personnes qui ont suivi une séance d'information.
- Ces personnes bénéficiaient toutes de l'assurance chômage et étaient âgées de 18 à 35 ans.

Sur ce nombre, environ une dizaine ont été sélectionnées par l'entreprise et, par la suite, ont suivi une formation spécialisée en optique de 40 semaines donnée par le Collège de La Pocatière dans les locaux mêmes de l'entreprise.

RECOMMANDATION 17

Par l'entremise de programmes spécifiques, notamment avec la collaboration d'Emploi Québec, soutenir et inciter les entreprises et les centres de R&D de l'industrie à offrir, à leur personnel, de la formation de base et de type perfectionnement en optique/photonique.

E) IMMIGRATION

Le recrutement de ressources étrangères, lorsqu'il s'agit de ressources qualifiées est davantage qu'un palliatif pour combler des besoins à court terme de main-d'œuvre. Le bénéfice est double, d'une part, cela permet de combler rapidement des postes vacants et d'autre part, de diversifier et d'enrichir de la sorte le savoir prévalent dans la région.

RECOMMANDATION 18

Faciliter les procédures d'immigration pour les ressources humaines hautement qualifiées en optique/photonique : ex. obtention de visas spéciaux dans des délais rapides.

²⁰ Idem, note 18.

²¹ Ibidem, note 18.

Compte tenu de l'importance stratégique et continue des problématiques interreliées de la main-d'œuvre et de la formation, de même que les résultats des plus positifs des travaux du comité de travail de l'industrie, qui a œuvré sur ces questions lors des activités de conception de la Cité, la recommandation générale suivante conclut cette section.

RECOMMANDATION 19

Au sein de la Cité, assurer la continuité du " comité de travail main-d'œuvre et formation " créé dans le cadre des travaux préparatoires à son édification.

3.2.2 LA COMMERCIALISATION INTERNATIONALE

À la PARTIE I précédente, la section 1.4 (*Le profil...*) a exposé la très haute priorité que les dirigeants de l'industrie accordent à la commercialisation. Cette description de l'industrie montrait aussi que toutes les entreprises ne sont pas parvenues au même stade de performance en commercialisation, surtout en ce qui concerne les plus petites entreprises et celles qui démarrent. De plus, on y découvre que plus de 80 % des produits et services des entreprises de l'optique/photonique de la région sont exportés¹. Cette donnée est en soi significative de leurs succès commerciaux actuels d'ensemble. Le diagnostic brut (section 1.5 précédente) révèle par ailleurs la nécessité d'améliorer ces résultats, en processus de commercialisation et en volume, car la source de la croissance future de l'industrie passe par des parts accrues de marché à prendre à l'échelon international. Donc, il y a lieu à cet égard de mettre au point une diversité de solutions dans le cadre de l'OPTOpole.

Considérations liminaires

Définition de la commercialisation : Il s'impose de préciser sommairement au départ en quoi consiste la commercialisation² dont il est question dans cette section. Un élément central à toute stratégie de commercialisation concerne la façon dont l'entreprise présente son offre de produits et de services en fonction des besoins des marchés et des attentes de ses clients. Ici considérées, les activités de commercialisation se définissent comme étant la maîtrise d'une gestion combinée des variables ou catégories du " marketing mix " : aussi connu sous l'acronyme " 4P " : prix, produit - *packaging* -, promotion/communication, et vente/distribution, i.e. le " *placement* ". Le service après-vente complète le " marketing mix ", par la rétroaction (*feedback*) du cycle des ventes dans la chaîne d'activités. En somme, " le *marketing mix* est l'ensemble des variables dont l'entreprise dispose pour influencer le comportement de l'acheteur³ ".

Un contexte concurrentiel mondial : Dans un contexte industriel émergent, tel que celui de l'optique/photonique évoluant à grandes enjambées technologiques, rien n'est systématiquement acquis au sein d'une concurrence tous azimuts. De même, actuellement l'industrie est confrontée à la montée irréversible de nouveaux modèles commerciaux de vente en ligne de type " e-business ". Enfin, plus que pour une autre activité de l'entreprise, existe une nécessité de pratiques d'alliances et de réseau. Dès aujourd'hui, au cœur d'une féroce compétition mondiale, les conditions des marchés globaux de l'optique/photonique exigent des entreprises de la région : d'agir industriellement, d'être plus **rapides** et flexibles que leurs compétiteurs, d'élargir stratégiquement leur regard, d'être à l'affût de toutes occasions d'affaires, de prévoir les tendances, de faire usage, sinon d'inventer, des modèles de promotion et de vente appropriés et, surtout pour plusieurs, **d'effectuer un virage de paradigme mettant le client/marché, et non le produit, en tête de leurs préoccupations stratégiques d'affaires.**

3.2.2.1 Une Cité commerciale axée sur les marchés mondiaux

Sur le plan des affaires, beaucoup de nouveaux dirigeants d'entreprise en haute technologie sont enclins à consacrer plus de ressources à la conception et au perfectionnement technique de leurs produits, qu'aux activités de commercialisation. En résumé, les principales faiblesses observées en commercialisation au sein de l'industrie de l'optique/photonique de la région de Québec sont les suivantes : des lacunes au plan des stratégies préalables de mise en marché; une vision internationale trop limitée ; un manque de hautes compétences (marketing international) et une insuffisance des ressources financières. Aujourd'hui, et ailleurs au Québec, il s'agit d'une situation partagée par beaucoup de domaines en haute technologie.

¹ En ordre d'importance en % exportés vers les États-Unis, l'Asie et l'Europe

² Dans cette section les termes marketing et commercialisation auront donc le même sens, le second étant la traduction en langue française du premier.

³ **Marketing Management : analyse, planification et contrôle**, Philip KOTLER, Publi-Union, 1976.

A) LA PROBLÉMATIQUE COMMERCIALE SPÉCIFIQUE À L'INDUSTRIE DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE DE QUÉBEC

a) Une problématique commune aux industries émergentes en TIC du Québec.

Le défi de la commercialisation internationale au Québec n'est pas propre à l'industrie de l'optique/photonique de la région. Sauf pour les quelques géants industriels en TIC établis au Québec tel que les Nortel Networks, Téléglobe, IBM, etc., il est partagé par l'ensemble des jeunes industries québécoises (et d'ailleurs) de la haute technologie. Une analyse récente, portant sur les industries du logiciel et du multimédia, en dresse un constat général à appliquer en large mesure à l'industrie de Québec :

" En général, bien que nos entreprises...ne possèdent pas une taille suffisante et des moyens adéquats pour faire face à la compétition...internationale, on leur reconnaît...du talent, de l'imagination et une capacité de survie... dans des créneaux ciblés. (...) Ces forces... stimulées par des programmes fiscaux... (R&D ... encouragement à la production... Fonds de l'autoroute de l'information et...Cité du Multimédia)...cachent... des problèmes structureux importants (...)

Cette situation qui maintient les entreprises à un stade artisanal et qui pourrait faire en sorte que le Québec manque le bateau de la globalisation des échanges et de l'industrialisation de l'économie de l'information... est causée par plusieurs facteurs :

- 1. (...) il y a un manque... de ressources... compétentes et formées à la négociation d'ententes... à l'international (il s'agit d'un métier qui ne s'enseigne pas comme tel, et qui nécessite à la fois des habiletés de vendeur et de démarcheur auprès des différents acheteurs et intermédiaires de la chaîne de distribution, des connaissances juridiques, des compétences en négociation d'affaires ainsi qu'une connaissance approfondie des produits, des intervenants et des réseaux) ;*
- 2. (...) l'industrie s'est structurée en vertu d'un modèle d'affaires où les entreprises de production ont cherché à intégrer l'ensemble des fonctions de la chaîne industrielle en cumulant ... (plusieurs) rôles... ;*
- 3. (...) les choix ... sont déficients parce que les produits n'ont pas bénéficié d'analyse de marché préalable. ... développés selon les intérêts personnels ou les intuitions des producteurs ...ils ne correspondent pas toujours à des besoins bien ciblés ou ...importants pour être rentables. ...la qualité qui découle d'une adaptation adéquate des produits par rapport aux ...marchés visés, n'est pas toujours au rendez-vous. Il est difficile pour des entreprises émergentes et sous-capitalisées de jouer tous les rôles et d'être expertes sur toute la ligne. (...) ".⁴*

Une cité commerciale axée sur les marchés mondiaux, comme but majeur de l'OPTOpole

En cette matière, fort des constats précédents, d'un diagnostic et d'une volonté d'action partagés par l'industrie, un des rôles prioritaires de l'OPTOpole consistera à soutenir les activités de commercialisation internationale de **chacune** et de **l'ensemble** des entreprises de l'optique/photonique de Québec. À l'image de la Hanse de l'Europe du Nord, aussi connue sous le nom de Ligue hanséatique du XIII^e au XVII^e, composée d'associations de marchands et d'artisans regroupés par cités lesquelles se sont ainsi fortement enrichies. Les entreprises et centres de la Cité de l'optique de Québec sont invités à prospérer avec la région pour peu qu'ils acceptent de mettre en commun une partie de leurs ressources commerciales.

Cette référence à l'histoire lointaine du commerce international, à laquelle on pourrait aussi ajouter les succès sur ce plan des Venise, Gènes et Dubrovnik de la Méditerranée et de l'Adriatique, se veut aussi une illustration de la faisabilité et de l'enrichissement industriel possible d'un modèle commercial régional que recèle la mise sur pied d'une structure de synergie commerciale grâce à l'OPTOpole, par et pour les entreprises et centres de l'optique/photonique de Québec.

La commercialisation internationale doit être considérée comme une des finalités pratiques primordiales de l'organisation et des activités commerciales de la Cité de l'optique de Québec

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Faire de la commercialisation internationale une activité prioritaire de l'industrie, par l'entremise de la Cité.

⁴ **La commercialisation des produits logiciels et multimédias à l'étranger: des enjeux prioritaires pour l'avenir de l'industrie**, Jean-Pierre FRÉCHETTE, Directeur du développement, logiciel et multimédia, Société générale de financement du Québec (SGF), mars 1999.

b) Un équilibre à établir entre technologie et commercialisation

Au plan des affaires, provenant pour la plupart des disciplines scientifiques ou de l'ingénierie - leur force -, beaucoup de dirigeants d'entreprises en haute technologie sont enclins " naturellement " à consacrer plus de ressources au perfectionnement technique de leurs produits qu'aux activités de commercialisation - leur faiblesse : " *Le marketing des technologies est... considéré, par les uns, comme pratiquement creux en regard des merveilles technologiques que le marché semble attendre et, par les autres, comme un passage nécessaire, une charge inévitable que l'ingénieur doit bien accepter...* " ⁵

Un tel constat peut étonner. Car, les firmes qui estiment le marketing des produits technologiques comme une dépense inutile ou luxueuse, soit ont de la chance de survivre, soit sont en péril de disparaître ou risquent de se condamner à ne demeurer que des TP-PME⁶.

Il est en effet, possible pour une entreprise technologique, de la région soutenue par de généreuses aides fiscales en R&D, de prendre la liberté de mener des combats d'arrière-garde envers le marketing. Elles le considèrent comme un mal inévitable, une sorte de rançon versée par les " ingénieurs " aux exigences du marché. À la direction d'une firme dont la culture dominante est d'ordre technique, il faut en effet, beaucoup de volonté pour admettre qu'investir en commercialisation n'est ni un danger, ni une dépense superflue, ni une activité réduite à une promotion simplifiée à quelques dépliants publicitaires imprimés ou à quelques annonces dans des *trade magazines*, ni le fait d'un site Internet de type " carte d'affaires ".

En fait, la commercialisation est au cœur même de la raison d'être de toute entreprise technologique. La preuve de son succès vient sans conteste de la commercialisation réussie de ses produits sur les marchés. Pour paraphraser un ex-dirigeant de Sun Microsystems, Dr Kao, qui affirmait à peu près ceci : " *La preuve de la performance de toute idée ou invention vient premièrement du marché.* " Encore faut-il nuancer cette affirmation selon la maturité sectorielle des technologies en cause. En effet, il est normal qu'au sein d'une industrie poussée en avant par une technologie émergente comme l'optique/photonique, la mise au point de produits performants au moment de lancer une entreprise, constitue une préoccupation première légitime.

" Une inversion de la chaîne d'affaires type, c'est-à-dire du client vers le produit "

Pour un concepteur de produits qui démarre en affaires, il est naturel de se préoccuper davantage au départ des fonctionnalités techniques des produits mis en marché. Mais, à un moment donné, un équilibre doit être établi. Si le bon produit technologique est une condition nécessaire, une seconde condition semble quasi fondamentale à l'équation d'affaires pour l'entreprise en optique/photonique, c'est le marché, le client. **Il s'agit là d'une inversion de la chaîne d'affaires type, c'est-à-dire ALLER DU CLIENT VERS LE PRODUIT, en se préoccupant fortement des attentes et des besoins de ce dernier, en passant par des réseaux pour faire la promotion, la communication, la publicité, le conditionnement ou le packaging, ainsi que la distribution et la vente.**

Ainsi, corollaire de cet équilibre à établir, l'adoption d'une démarche marketing en commercialisation technologique ne vise pas la transformation des ingénieurs-dirigeants en spécialistes pointus du marketing de l'optique/photonique. Le but n'est pas non plus d'opérer des remplacements de direction qui conduiraient à priver les firmes de leur culture de référence. Ce qui est en cause, c'est une attitude marquée de la part de certains d'entre eux qui s'abritent derrière la méconnaissance du marketing, des difficultés de conception, de planification et d'actions du marketing pour retarder ou bâcler une commercialisation efficace de leurs produits. Que cette culture du marketing soit vécue de façon anxieuse est une donnée de gestion à dépasser pour toute firme technologique.

L'exemple d'EXFO

En entrevue à l'occasion de la production de ce rapport, la direction d'EXFO, l'entreprise de l'optique/photonique à succès de la région de Québec, expliquait qu'avant tout, son taux annuel de croissance moyen de 35 % à 50 % des dernières années s'explique par le fait que la société a placé la commercialisation en tête de ses activités stratégiques d'affaires. Plus encore, afin de maximiser la croissance d'ensemble de l'industrie de l'optique/photonique de Québec, elle est convaincue qu'il doit s'opérer un changement d'attitude envers la commercialisation dans la région : " *Malheureusement, peu d'entreprises du domaine dans la région disposent d'une expertise réelle en marketing : souci*

⁵ **Les challenges du marketing des secteurs technologiques**, Laurent MARUANI, Les Échos, Paris, mai 1999.

⁶ TP-PME : " Très Petite - Petite et Moyenne Entreprise ".



du packaging, promotion, vente, distribution et service après vente. Les nouveaux entrepreneurs, la plupart issue de la recherche, connaissent tout de leurs produits, mais, pour plusieurs, ils ne sont pas préparés et n'ont pas appris la gestion, et moins encore le marketing. Aujourd'hui en optique/photonique, le marché est international. La création et le développement d'une entreprise est davantage une affaire de gestion que de technologie. On peut dire que de façon générale, qu'une entreprise de l'optique/photonique se gère comme tout autre entreprise. La clé du succès n'est pas la technologie, mais le développement des affaires comme pour tout autre secteur industriel, avec un accent fort en commercialisation. "

Problématique commerciale spécifique à la région de l'optique/photonique de Québec

Le constat précédent de la direction d'EXFO est partagé⁷ par plusieurs autres dirigeants des entreprises de l'optique/photonique de la région. Ces derniers soulignent que le succès commercial de l'industrie sur les marchés mondiaux d'exportation concerne notamment :

- une ouverture d'esprit à la globalisation reposant principalement sur une vision d'ensemble mondiale, mais incarnée localement : " La région de l'optique/photonique de Québec devra opter pour un changement de paradigme d'affaires. " Ce qui suppose, d'abord d'améliorer les savoirs et expériences des dirigeants en commercialisation;
- des actions de recrutement (pour une part, à l'étranger) et de formation face au manque de ressources humaines hautement qualifiées, dotées de connaissances techniques associées à des savoir-faire en gestion du marketing international;
- une attribution de ressources financières adéquates au développement de marché;
- une **importance clé** à l'établissement d'alliances stratégiques, par exemple, de partenariats de distribution et de vente à tous les niveaux, entre les entreprises de la région et celles de l'extérieur;
- une généralisation de l'approche marketing intégrée " marketing mix " dépassant un modèle de commercialisation réduit à une simple promotion/publicité primaire, pour s'élargir à la combinaison " 4P " (marketing mix);
- une intelligence économique - veille, vigie, etc. - concurrentielle (marchés globaux, secteurs, technologies, recherche, formation, etc.), considérant les difficultés d'obtenir des informations pertinentes et pointues sur les marchés étrangers de l'optique/photonique;
- une préoccupation de l'interculturel, c'est-à-dire, d'abord une capacité à agir sous les règles de la *lingua franca* des affaires internationales, la langue anglaise, et aussi, un apprentissage et un respect appliqué des modes culturels des clients, particulièrement ceux de l'Asie (en référence à une propension régionale " à se replier " sur une mentalité ambiante très francophone);
- dans le contexte de l'OPTOpole, un engagement des entreprises de collaborer à activement dans la mise au point de solutions industrielles communes, plus particulièrement dans la mise en place de réseaux de distribution de vente et de distribution;
- cependant, tenir compte de la faible taille de l'industrie et du manque d'expérience et d'expertise en commercialisation internationale.

B) LES MARCHÉS DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE

Comme analysés à la section 1.2, les marchés de l'optique/photonique procèdent par bonds technologiques. Ils sont en forte expansion et ont des applications très étendues, en plus d'être mondiaux et d'exiger de la part des entreprises des décisions et des ajustements rapides.

Les réponses aux questions commerciales, du genre vendre quoi ? à qui ? où ?, sont donc multiples.

Vendre quoi ? : La région de Québec est en mesure d'offrir :

- des produits et services d'applications en : TIC, procédés industriel, médecine, imagerie, etc.;
- des savoir-faire en R&D par ses 3 centres de recherche;

⁷ En référence aux constats (entrevues) sur l'industrie à la section 1.4 et au diagnostic à la section 1.5.

- une université regroupant des chercheurs et enseignants dans diverses disciplines scientifiques en optique/photonique;
- des programmes d'enseignement supérieur;
- une région accueillante dotée bientôt d'une structure industrielle intégrée au sein de l'OPTOpole, disposant d'avantages fiscaux en R&D, en main-d'œuvre, etc.;
- un territoire regroupant plusieurs pôles technologiques organisés en Technorégion;
- une disponibilité de main-d'œuvre compétitive;
- une qualité de vie distinctive existante.

Vendre à qui? : Sauf pour les produits de divertissement, les clients des entreprises et centres de l'optique/photonique sont presque exclusivement des entreprises, surtout dans le domaine des TIC. **Il s'agit donc d'un " commerce inter-entreprises "**. Plusieurs grands joueurs mondiaux dominent dans les différents secteurs et segments de marché afférents. Leurs organisations sont diversifiées, ce qui signifie que pour vendre à un de ces groupes, il faut savoir frapper à plusieurs portes et faire affaires avec différents acheteurs " divisionnaires " logeant à la même enseigne industrielle. Par ailleurs, côte à côte avec ces grands joueurs, on retrouve surtout une multitude de petites et moyennes entreprises œuvrant en composants, équipements et/ou applications.

Dans le segment des composants, à l'horizontale, un fabricant peut être un fournisseur de pièces d'une autre firme de composants, elle-même sous-traitante " OEM " d'une société de conception et de production d'équipements. Ce qui fait de l'optique/photonique, un marché complexe. De la sorte, sans compter les diversités de culture de gestion entre les pays, il n'est pas possible d'aborder la commercialisation sur les marchés de l'optique/photonique sur la base d'une approche marketing unique et standardisée.

Vendre où ? : Géographiquement, le Japon est le premier fournisseur mondial de composants et d'équipements, alors que les États-Unis représentent le premier marché mondial d'utilisation, suivi de l'Europe. Il s'agit donc d'un marché globalisé aux conditions réglementaires et socioculturelles variées.

Ainsi, selon l'offre de produits du domaine de la région, la stratégie d'ensemble de commercialisation devrait privilégier les marchés géographiques dans l'ordre " naturel " suivant :

- 1- Amérique du Nord (États-Unis et Canada),
- 2- Japon,
- 3- Autres marchés d'Asie (Chine, Taiwan, Corée),
- 4- Europe.

3.2.2 Stratégie opérationnelle en commercialisation

L'entreprise globale qui réussira au XXI^e siècle, présentera certaines des caractéristiques suivantes :

- Elle disposera d'organisation moins hiérarchique, plus aplanie, plus " interfonctionnelle ".
- Elle donnera le pouvoir aux individus et aux regroupements internes.
- Elle aura une approche mondiale de type réseau, faisant partie intégrante d'un groupe assurant de concert un circuit déterminé de valeur ajoutée dans son secteur de marché.
- Elle s'appuiera sur l'informatique de réseau de type " e-business " et aura pour objectif primordial la satisfaction des attentes et besoins de sa clientèle.
- Elle sera compétitive en termes de délais, créatrices de valeur (au-delà de l'assurance qualité) et feront preuve d'innovation et d'esprit d'entreprise.

Cette entreprise devra créer et mettre en œuvre un nouveau paradigme marketing étroitement corrélé à une nouvelle organisation. Ce mode de pensée assimile le marketing à une philosophie commerciale stratégique, plutôt qu'à une simple fonction administrative parmi d'autres.

A) MARKETING INTERNATIONAL ET " MODÈLE D'AFFAIRES "

Cette section reprend les points de vue contenus dans les deux documents⁸ suivants : **Concevoir une organisation véritablement globale** et **Le " business model "**.

À l'échelon local de l'entreprise, la question clef de la commercialisation se pose de la façon suivante : quelle stratégie optimale déployer pour devenir, peu importe sa taille, une entreprise globale ? C'est-à-dire, une entreprise qui intègre une préoccupation stratégique de conquête de parts de marché globales dans son secteur d'activités. Les chefs d'entreprise doivent pour cela déterminer les meilleurs positionnements, l'adaptation de leurs produits en fonction des attentes et besoins, la définition de marque, les offres de services, le prix, les communications, les ventes et la distribution. De plus, elle possède la capacité de rapidement élargir ces initiatives commerciales (souvent limitées faute de ressources adéquates), par des alliances stratégiques au sein de son secteur, dans sa région, dans diverses régions géographiques ou à l'échelle mondiale.

Le marketing peut devenir les " yeux et les oreilles " commerciaux de l'entreprise, en prévoyant les tendances de changements externes technologiques et commerciaux et en réfléchissant à la manière de les appréhender. Cette conception requiert une adaptation constante à ces changements des concepts et méthodes marketing. Par exemple, l'apport à la base du marketing, peut permettre d'éviter de se lancer dans un " non-marché " avec une vraie technologie.

Approche client : L'entreprise performante élargit toujours son horizon de profitabilité en orientant son offre de produits et services et **en se préoccupant d'accroître le chiffre d'affaires du client**. Comme par exemple : l'analyse des marchés " des clients de notre client ", les méthodes d'analyses coûts/avantages ou multicritères, l'estimation des inventaires du client, etc. De la sorte, répondre aux attentes et aux besoins du client par le " bon produit " devient un effet.

Rapidité d'action et de réaction : De plus en plus souvent, le temps peut détruire ou affaiblir l'opportunité d'une intervention commerciale, compte tenu de la rapidité des percées technologiques en optique/photonique, des initiatives de la concurrence et de l'usure de la performance technique des produits. Si l'axe du temps organise la répartition des fonctions de la chaîne de valeur ajoutée (recherche, recherche appliquée, développement, production, commercialisation, etc.) et si la firme gère bien en s'adaptant continuellement à son marché :

- le risque marché décroît avec le temps;
- la valeur de son offre sur ses marchés devrait croître.

Ces quelques principes présentent une facilité apparente, mais ils sont en fait délicats dans leurs applications pratiques. Ils font tout d'abord référence à un " **business model** " qui peut heurter la compréhension implicite des collaborateurs de l'entreprise et les déstabiliser face au rôle qu'ils ont à jouer. En plus, ces principes demandent de la minutie dans leur mise en œuvre.

Dans le cas de l'industrie de l'optique/photonique de Québec, il présume une vision industrielle de la commercialisation, qui dépasse les comportements " artisanaux " fondés strictement sur le " bon sens ". Cependant, comme le contexte global actuel des marchés concernés est complexe et en évolution rapide, il exige des actions hautement " professionnelles ".

3.2.2.3 Structure de mise en œuvre d'une action en commercialisation par l'OPTOpole

La commercialisation sera au cœur de l'existence réussie des initiatives entourant l'édification de l'OPTOpole. Des actions combinées à l'échelle de l'industrie, visant l'augmentation de revenus et la réduction des dépenses, sont en mesure de générer un enrichissement important pour les entreprises de l'optique/photonique de la région. En général, il s'agit de marges bénéficiaires supplémentaires leur permettant d'investir en recherche et développement et en processus manufacturier de haut niveau. Ces deux facteurs sont garants de la création de leadership mondial recherché pour chacune d'entre elles et pour l'ensemble industriel régional.

L'action d'ensemble en commercialisation considérée se compose de trois niveaux d'intervention. Chacun nécessite un plan d'actions commerciales spécifiques à harmoniser. Ces trois niveaux sont les suivants :

⁸ **Concevoir une organisation véritablement globale** ", série **L'international**, Jerry WIND, Les Échos, Paris, juillet 1999 ; **Le " business model "**, Laurent MARUANI, Les Échos, Paris, mai 1999. (Voir les textes intégraux dans les annexes).

- a) L'industrie (entreprises, centres de recherche et de formation);
- b) L'OPTOpole, en tant qu'organisation de services et de coordination;
- c) Les organismes et ressources de la Technorégion.

A) ACTIONS DE COMMERCIALISATION À RÉALISER PAR L'INDUSTRIE

Les actions de commercialisation dont il sera principalement question ici sous forme de quelques considérations, concernent les entreprises et les centres de l'industrie. Préalablement, à titre de rappel et toile de fond, les faiblesses de l'industrie identifiées en commercialisation sont :

- une vision internationale trop limitée;
- un manque de ressources humaines hautement compétentes;
- une allocation inadéquate de ressources financières.

En général, tel que souligné plus haut, le marketing en haute technologie souffre de la faible culture managériale des entreprises technologiques en commercialisation internationale. La première étape consiste donc pour ces firmes à ne pas imposer leurs vues en commercialisation en raison de leur savoir technique, mais à en accepter l'apport positif propre. C'est le " modèle d'affaires " de la firme, de ses concurrents et de l'industrie mondiale qui orientent les choix des techniques et des méthodes utilisées. Un tel modèle suppose une capacité de l'entreprise à modifier, si nécessaire, son approche de gestion et à imposer à l'interne les apports du marketing en évitant les conflits. Le cas le plus grave consisterait à mettre au silence le marketing et de croire ainsi avoir rétabli le calme et de bonnes conditions de fonctionnement.⁹

Corollairement, dans la partie précédente, portant sur la main-d'œuvre et la formation et en fonction du diagnostic (voir section 1.5), on a noté tout l'importance d'œuvrer à **l'amélioration urgente des savoirs et des hautes compétences en commercialisation de l'industrie.**

Par ailleurs, comme souvent pratiqué en haute technologie, l'établissement de consortiums permettant d'offrir une brochette de produits et de services complémentaires à ceux des plus grandes entreprises. Ce modèle est répandu dans l'industrie aéronautique de la région de Montréal. Il est tout à fait viable et rentable. D'autant plus que de telles collaborations sont faciles pour les entreprises de la région qui, pour la plupart, œuvrent dans des créneaux différents des unes des autres, de telle sorte que la compétition entre elles est peu élevée.

De plus, il existe des programmes en commercialisation adaptés aux besoins des PME. Certains reconnaissent que l'utilisation de nouveaux outils TIC fait désormais partie des dépenses admissibles en commercialisation. D'autre part, la SGF et la Caisse de dépôt et placements du Québec peuvent jouer un rôle important auprès des entreprises de l'optique/photonique. La première en orientant sa prospection vers des clients donneurs d'ordres qui pourraient aider nos jeunes entreprises de l'optique/photonique à devenir des sous-traitants importants pour des joueurs plus imposants, qui possèdent déjà de solides canaux de distribution internationaux. La deuxième pourrait accélérer le processus d'investissement dans des entreprises de la région de Québec du domaine, se serait en particulier des entreprises en démarrage, car la Caisse possède un fonds de pré-démarrage de 250 000 3\$ par entreprise.

B) LES ACTIONS DE COMMERCIALISATION DE L'OPTOPOLE

Cette section concerne des initiatives formulées à titre indicatif qui pourraient faire partie d'un éventuel plan d'action spécifique à la commercialisation à être possiblement conçu et en partie réalisé sous la coordination de l'OPTOpole. Ce plan est destiné à assister et compléter les activités en la matière des entreprises et centres de l'industrie. En cette activité, l'OPTOpole doit être considérée comme une organisation :

- 1) d'abord tournée vers les services de commercialisation à rendre aux entreprises et centres de R&D, individuellement considérés;
- 2) ensuite, agissant en fonction des intérêts commerciaux de l'ensemble de l'industrie;
- 3) enfin, développant des actions de commercialisation communes de promotion et de soutien aux ventes de type " e-business ".

⁹ Les challenges du marketing... op. cit. note 5.

Les objectifs opérationnels suggérés aux actions de commercialisation de l'OPTOpole sont résumés dans l'encadré suivant.

Objectif 1 • Soutenir les besoins en commercialisation des entreprises

- Contribution aux ventes par un système prototypal de " e-business ";
- Formation en savoirs commerciaux des dirigeants;
- Attraction et recrutement de compétences de haut niveau en marketing international.
- Planification d'actions de commercialisation spécifiques pour certaines catégories de produits, ou vers des marchés sectoriels ou régionaux dans le monde;
- Aider les entreprises à abaisser les coûts de prospection de clients;
- Mise au point d'offres commerciales communes (produits, R&D, regroupant les services des 3 centres régionaux de recherche, etc.)
- Soutenir les activités des entreprises à l'exportation.

Objectif 2 • Réseauter et coordonner au niveau industriel régional

- Mise en commun de certains réseaux internationaux de distribution existants des entreprises selon les modalités à définir entre les intervenants ;
- Coordination d'actions commerciales avec la Technorégion : SPEQM (Opto-Contact, promotion/imprimés, accueil, assistance, etc.).
- Information sur la demande et suivi des marchés (intelligence d'affaires en ligne).
- Action de commercialisation au niveau régional.

Objectif 3 • Faire connaître l'OPTOpole sur les principaux marchés mondiaux (promotion ciblée, " branding ").

- Action de communication d'image (marque de commerce) à l'échelle internationale centrée sur l'OPTOpole, comme référence à une région de l'optique/photonique de classe mondiale de manière à susciter des retombées commerciales sur les entreprises et centres de Québec.
- Auprès des instances gouvernementales (Québec/Canada), régionales, etc.

Objectif 1 Soutenir les besoins en commercialisation des entreprises

La commercialisation est une des activités les plus sensibles des entreprises, que leurs dirigeants se doivent de protéger. Il s'agit des " secrets " de leur réussite, notamment, en ce qui concerne leurs relations privilégiées avec les clients, la découverte d'occasions d'affaires, de façons de faire particulières, leurs employés clés, etc. Entre ces " secrets " entrepreneuriaux, et l'ampleur des enjeux et défis d'un marché de l'optique/photonique global en forte expansion, il y a place à une concertation industrielle et intelligente et à une " coopération " mature acceptée par les participants. La Cité de l'optique n'aura pas pour rôle en coordination de se substituer aux actions de commercialisation propres aux entreprises et centres.

L'OPTOpole devra promouvoir des activités pour placer Québec dans la vitrine mondiale et initier un réflexe de la clientèle potentielle à s'intéresser à ce qui se passe à Québec. Cependant, il faut tenir compte de la sensibilité des entreprises, car plus on se rapproche de l'acte de vente, plus la volonté de préserver des liens de confidentialité concernant le client devient forte. Toutefois, le rôle de la Cité pourrait être surtout d'identifier des occasions d'affaires, sans toutefois participer à l'acte de vente, fonction sous la responsabilité unique et directe de chacune des entreprises.

Par ailleurs, les entreprises du domaine dans la région ont tout intérêt à ce que Québec soit reconnu mondialement comme région de l'optique/photonique et comme source de produits et de services de très haute qualité dans ce domaine. C'est ainsi que certaines activités de promotion et de vente effectuées en commun seraient moins onéreuses et plus efficaces que la somme des promotions individuelles des entreprises. Il y a donc place à une concertation industrielle : une " coopération " mature des participants. Comme exemple de cette " coopération " commerciale : les services

à la clientèle des organisations de l'industrie pourraient bénéficier d'un numéro commun 1-800- ainsi que d'un service réponse de première ligne disponible pour l'ensemble des entreprises de l'optique/photonique de la région. De même au niveau de la promotion et du choix des canaux de distribution, une mise en commun de services pourrait être le plus bénéfique.

La Cité pourra donc aider à abaisser les coûts de prospection de nouveaux clients. Effectivement, dans la structure de dépense des entreprises, les coûts de commercialisation durant les cinq (5) premières années sont très importants par rapport aux revenus (compte tenu de la faiblesse relative de ces derniers). C'est la période des "missionnaires", car l'entreprise engage des gens qui vont parcourir le monde à la recherche de nouveaux clients. Ainsi, en ce qui concerne les entreprises de moins de cinq (5) ans, il est essentiel dans leurs activités de prospection de leur fournir non seulement des occasions d'affaires qualifiées, mais aussi un accompagnement de qualité susceptible d'accroître leur niveau d'expérience. Et ce, afin d'aider ces jeunes entrepreneurs à créer une culture et les outils nécessaires à la prospection de nouveaux clients.

Objectif 2 Réseauter et coordonner au niveau industriel

Partenariats/alliances

La Cité de l'optique devra se battre commercialement à l'échelle mondiale et nord-américaine. L'immense marché mondial des nouvelles technologies de l'information et de la communication peut intimider et rendre perplexe quant aux façons de s'y prendre pour les entreprises qui tentent de s'y introduire. C'est ainsi que " *Les sociétés qui capitalisent uniquement sur leur portefeuille existant de produits ou de services risquent d'être éclipsées par les nouvelles offres concurrentes. C'est ainsi qu'innover constamment devient une nécessité.* " ¹⁰ Ce qui suppose que les entreprises qui innovent, doivent aussi assurer un démarrage rapide de leurs produits sur les marchés essentiellement mondiaux. Car la situation la moins enviable est celle de la pénétration sur le marché à retardement.

À cet égard, l'approche la plus efficace consiste à sceller un partenariat avec des concurrents (alliance horizontale) ou avec des entreprises ayant des intérêts communs dans la chaîne de valeur (alliance verticale). Les alliances sont des accords de collaboration par lesquels plusieurs entreprises décident de réunir des ressources spécifiques en vue d'un objectif commun : " *... le lancement d'un nouveau produit technologique exige un vaste éventail de ressources et de compétences qu'une société ne peut posséder ou développer rapidement à elle seule. L'enjeu aujourd'hui est précisément d'acquiescer très rapidement toutes ces capacités.* " ¹¹

Les avantages potentiels de ces alliances sont multiples : l'accès plus large et plus rapide au marché, le partage des risques liés à l'acceptation du marché, la cristallisation du potentiel du marché en enfermant les clients dans une spécification technologique commune aux partenaires. Ces partenariats, alliances et mises en réseau peuvent s'effectuer au sein de la région ou avec l'extérieur. L'OPTOpole, à ce titre, peut jouer un rôle " d'intermédiation ". L'idée étant qu'il ne s'agit pas seulement de pénétrer le marché, mais de le faire rapidement, car le domaine de l'optique/photonique, est en constance et diligente mouvance.

Réseautage international

Le principe du réseautage international fournit une clé de la réussite commerciale visée dans un contexte de mobilité et de déplacement rapide des " savoirs ". Le réseautage facilite donc une présence élargie des entreprises au sein de l'industrie mondiale. Car une entreprise isolée localement risque le " sur place " et l'asphyxie. Ces réseaux possibles sont multiples : commerciaux, professionnels (scientifiques), technologiques et industriels.

Si le réseautage est extrêmement important au niveau des technologies, il l'est tout autant au niveau commercial. Il permet aux entreprises de devenir des chefs de file (de réseaux) grâce à la connaissance des nouveautés technologiques, des projets émergents et des compétences à la fine pointe, etc. Il s'agit d'un atout clé dans cette industrie. De plus, la qualité du réseau joue un grand rôle dans le rayonnement de l'entreprise dans l'industrie mondiale, car un bon réseau ramène de meilleurs contacts d'affaires.

¹⁰ **Accélérer le décollage des nouvelles technologies**, série **Nouveaux produits, nouveaux services**, Sabine KUESTER, Elisa MONTAGUTI et Thomas S ROBERSTON, Les Échos, Paris, mai 1999.

¹¹ Idem.

Coordination d'activités avec les organismes de la Technorégion

L'OPTOpole agira en tant que lieu de services et de coordination en privilégiant l'utilisation des ressources et organisations existantes du milieu, plutôt que de les recréer. Pour citer un exemple, la Société de promotion économique du Québec métropolitain (SPEQM) possède déjà une expertise de base sur l'industrie de l'optique/photonique de la région par Opto-Contact, par la participation à des foires commerciales et par la recherche d'investissements extérieurs. Une collaboration de l'OPTOpole avec la SPQEM est donc essentielle.

Lors d'activités comme Opto-Contact, il importe de soutenir la présence de grands donneurs d'ordres locaux, régionaux, provinciaux et nationaux tels que Marconi, Spar, CAE électronique, Bombardier, Nortel Networks, JDS Uniphase, Newbridge, etc.. pour considérer avec eux l'inscription de nos entreprises dans leur liste de fournisseurs et sous-traitants.

Le Centre de commerce international de l'Est du Québec

L'importance du CCIEQ réside dans son imposant réseau de contacts. Il " regroupe " plusieurs experts issus des secteurs privés, publics et/ou institutionnels, impliqués de par leur mandat au soutien des entreprises qui exportent à l'échelle internationale. Le CCIEQ, en plus de son expertise en commerce international, possède un rôle de formateur auprès des entreprises en commerce international, en plus d'être un agent réseauteur au Canada du World Chambers Network (WCN). Il devient par le fait même la seule porte d'entrée au pays de ce réseau colossal qui met en lien à lui seul sur Internet plus de 2 500 chambres de commerce à travers le monde. Il accueille aussi des délégations étrangères, ce qui favorise des partenariats d'affaires entre les entreprises d'ici et d'ailleurs. Donc le CCIEQ fait ce que l'on appelle plus communément du maillage (" *matchmaking* ") entre les entreprises exportatrices du monde.

" Team Canada ", " Équipe Québec ", Investissement-Québec et la SGF

De la même façon, *team Canada*, *team Québec*, Investissement-Québec et la SGF ont des programmes de recrutement d'entreprises étrangères qui pourraient potentiellement venir s'établir au Québec. Sous le volet partenariat en sous-traitance, la région de Québec pourrait jouer un rôle plus important qu'aujourd'hui. Il y a lieu de prévoir des activités de sensibilisation des atouts de Québec en optique/photonique auprès de ces différents organismes. De la sorte, il s'agit de les inciter à aussi susciter dans leur démarchage international des mandats particuliers de recherche fondamentale et/ou de R&D pour les centres de recherche de la région. De même, il serait possible de leur présenter les technologies de l'industrie qui sont aujourd'hui commercialement disponibles et pour lesquelles des partenaires industriels extérieurs sont nécessaires. L'objectif étant, par leur intermédiaire, d'initier une phase préliminaire d'information destinée à susciter l'intérêt de partenaires extérieurs potentiels à un jour installer des établissements ou filiales dans la région.

Objectif 3 Faire connaître l'OPTOpole sur les principaux marchés mondiaux

Le " *branding* " consiste essentiellement en un positionnement et une notoriété cultivée de " marque de commerce ". Par exemple, dans la nouvelle économie en ligne générée par Internet, le service qui positionne le premier¹² son image de marque sur son créneau de marché à l'échelle de la planète parvient à établir un avantage tel que le rattrapage commercial de ses concurrents devient difficile et onéreux.

La région de Québec par son OPTOpole peut devenir un point de mire international, une vitrine commerciale du savoir-faire régional de ses entreprises et de ses centres en optique/photonique. L'utilisation d'outils modernes comme des sites Web et leur indexage approprié permet (lorsque des moteurs de recherche sont utilisés pour découvrir des fournisseurs ou des produits de l'optique/photonique), que la région et ses entreprises puissent apparaître en tête des sites répertoriés par ces robots de recherche.

Par un " *branding* " bien réalisé, la Cité pourrait permettre de faire en sorte que, dès qu'il est question de commerce international en optique/photonique, Québec OPTOpole puisse apparaître parmi les premiers noms qui viennent partout à l'esprit de ceux qui sont impliqués dans le domaine. Éventuellement pour soutenir une telle démarche de commercialisation, il y aura lieu d'élaborer un système " d'appellation contrôlée " pour les produits et services développés dans la région de Québec. Ce qui n'interdit pas, au contraire, que les produits et services conservent leur propre identité de marque. Mais, le sceau de qualité " Québec OPTOpole " pourrait ajouter, plus encore pour les nouveaux produits et services des TP-PME existantes et des nouvelles entreprises, un élément " marketing " distinctif, un avantage au sein de la concurrence mondiale. Comme par exemple, le " *made in Japan* " d'aujourd'hui ou le sceau générique des Bordeaux

¹² Le cas d'affaires fameux d'Amazon.com est probant sur ce point.

ou Bourgogne pour les vins. Il est possible de cultiver ce sceau de qualité " Québec OPTOpole ", en autant qu'il soit soutenu par une réalité voulue par l'industrie, c'est-à-dire par des exigences d'excellence appuyées sur des normes de qualité appropriées.

De la même façon les essais sur les recherches publiés par les chercheurs de la FSG et de ceux des centres de recherche devraient aussi être y indexés de façon à démontrer la profondeur du leadership technologique régional. L'OPTOpole pourrait œuvrer de manière à identifier les différentes scènes professionnelles et d'affaires sur lesquelles pourraient se produire nos leaders pour promouvoir et leurs entreprises, et l'industrie de Québec.

En ce qui concerne les actions de commercialisation au niveau régional, bien que la commercialisation des produits en optique/photonique vise d'avantage le marché international, une activité particulière de commercialisation régionale, déjà existante par l'entremise d'Opto-Contact, peut être approfondie. Par exemple, plusieurs des technologiques des centres de recherche peuvent trouver des applications dans les industries conventionnelles.

Les activités reliées aux événements, tel Opto-Contact, favorisent les échanges entre les pôles d'excellence technologique de la région et l'industrie. Les technologies de l'optique/photonique concernent des marchés verticaux très diversifiés. Ils permettent la mise au point d'applications particulières pour une diversité de situations commerciales. Citons par exemple la foresterie un des secteurs importants de la région de Québec pour lequel une concertation des activités de recherche du domaine de la foresterie conjuguée aux activités de recherche en optique permettraient de développer de nouveaux produits industriels qui satisferaient d'abord les marchés local, régional et provincial, pour ensuite s'adresser au marché international. Autres exemples, le domaine de l'environnement, des produits dédiés à la médecine, aux recherches en biotechnologie, à l'imagerie médicale, au multimédia, etc. Certaines de ces activités ont déjà été réalisées dont la mise au point par l'INO d'un système optique permettant la reconnaissance de la couleur et des teintes du bois dur pour des fins d'assemblage de parquets.

RECOMMANDATION 22

En fonction des actions commerciales des entreprises, par la Cité :

- créer une vitrine technologique des produits et services en optique/photonique de la région, dans l'esprit de l'événement Opto-Contact;
- concevoir et appliquer une stratégie de marque de commerce faisant par exemple usage d'un sceau de qualité tel que " Québec OPTOpole ";
- en collaboration avec la SPEQM, favoriser des activités de promotion et de communication, du type participation commune, à des foires commerciales internationales et des publicités coopératives dans des magazines commerciaux, etc.;
- soutenir les actions à l'exportation des entreprises, en coordonnant et en informant sur la disponibilité des programmes publics du MIC et d'Industrie Canada;
- en continuité, et en collaboration avec la SPEQM, contribuer à la poursuite de l'organisation d'événements commerciaux tel qu'Opto-Contact.

RECOMMANDATION 23

Favoriser les pratiques de partenariats, d'alliances stratégiques et de réseautage au sein de l'industrie, notamment, mettre la Cité en réseau mondial avec les autres régions optique/photonique, certaines technopoles, des regroupements industriels et professionnels, les " grappes " d'optique/photonique nord-américaines, etc.

3.2.2.4 Le " Business-To-Business " transactionnel

Les éléments du plan d'action de commercialisation précédemment énoncés induisaient de faire largement usage des possibilités d'affaires offertes par Internet. À l'évidence, les premières grandes réussites du commerce en ligne interentreprises (" e-business ") naissant sont là et à demeure, pour en démontrer toute la faisabilité.

Dans la sphère des TIC, le phénomène du " e-business " participe à un phénomène tel de société, qu'il est observé que : " Cela dépasse le changement social. C'est un changement de la condition humaine. "¹³ Même si les racines d'Internet

¹³ Management New Paradigms, Peter F. DRUCKER, Forbes Magazine, 5 octobre 1998.

datent de la fin des années soixante, ce n'est très récemment, au milieu des années quatre-vingt-dix que son explosion a répandu ses effets massifs à l'échelle planétaire. Bien que les médias continuent à référer principalement à Internet comme un outils " grand public " (" e-commerce " ou commerce électronique). La réalité est tout autre. Effectivement, le principal secteur actuel d'application d'Internet concerne les entreprises, les affaires.

À tel point que l'on retrouve cette réflexion partagée par ceux qui suivent le déferlement actuel : " Les nouvelles règles d'affaires sur le Net sont devenues la clé pour la survie des entreprises en Amérique. Les concepts guidant le nouveau monde du " e-business " sont très différents, voire complètement nouveaux, de ceux actuellement utilisés en affaires. Les chefs de direction comprennent à présent leur importance et leur rôle dans la survie de leurs entreprises. Ceux d'entre eux qui sauront naviguer dans ce nouveau monde virtuel (le Net transforme le modèle d'affaires des entreprises, leur rapidité d'action et la nature du leadership), et qui comprendront les nouvelles règles que sont celles du commerce d'affaires en ligne, seront les grands gagnants en affaires. " ¹⁴

En quoi consiste Internet appliqué aux affaires ? Au départ, il y a quelques années à peine, les entreprises l'ont utilisé strictement pour élargir la diffusion et l'impact de leurs brochures de promotion, nombreux se servant de leur site qu'à titre de simple carte d'affaires interactive. Puis, dans la foulée des modes " e-commerce " et " push ", quelques-uns ont tenté des expériences plus avancées de contacts et de conquêtes interactives de clients. À la suite de ces deux premières générations d'affaires par Internet apparaît une troisième plus prometteuse tel qu'en témoigne significativement un chef de file canadien des applications de l'optique/photonique : " Le e-business est une occasion de se libérer de la brique et du mortier, et d'accroître le pouvoir d'Internet, comme avantage concurrentiel pour qui amplifier considérablement l'efficacité du service après-vente et simplifier l'accessibilité globale. Le " e-business " est beaucoup plus qu'un outil de transaction en ligne. Il représente une nouvelle approche, une opération d'envergure, dans le monde des affaires. Notre but est simple : créer une nouvelle approche dans la relation avec nos clients. Nous relient nos clients, nos fournisseurs, les manufacturiers et nos distributeurs, grâce à un nouvel accès facilité par notre Nortel Network e-business. " ¹⁵

A) LA DÉFERLANTE DU " BUSINESS-TO-BUSINESS " ¹⁶

La vague du " business to business " déferle, ça ne fait plus de doute. Actuellement, émergeant à toute vitesse, il représente une nouvelle façon de faire des affaires, surtout au sein des marchés TIC, le marché principal des produits et des services en optique/photonique. Actuellement, la vague du " Business-to-Business " ou " B-To-B " prend de l'ampleur et se répand. Les chiffres suivants en font la démonstration : les ventes en ligne entre entreprises ont atteint 43 milliards de dollars américains l'année dernière et pourraient atteindre 1,3 billion (" trillion ") de dollars américains en l'an 2003. ¹⁷ Une croissance annuelle de près de 100 % !

Alors que cette poussée du " e-business " s'accroît, les entreprises expérimentent une réalité de fond inédite et inéluctable : une croissance de leur volume de transactions et, par le fait même, une tension nouvelle d'abord, sur leur système de commercialisation.

Actuellement, les entreprises qui utilisent Internet comme outils d'affaires, exigent des réponses rapides à leurs requêtes d'affaires, la possibilité de transiger 24 heures sur 24, et rien de moins qu'une sécurité en béton. Ces exigences sous-tendent l'apport d'une combinaison de technologies (" e-transaction processing ") qui inclut des équipements de réseaux et des serveurs performants, des logiciels, du service et une conception experte, informatique et graphique (l'interface-écran étant la porte d'entrée, sa conception nécessite un grand soin). Ces techniques et savoir-faire permettent aux entreprises de créer des systèmes soutenant de fortes augmentations de volume et de sophistication des modes de transactions en ligne.

Fait majeur à noter pour le domaine de l'optique/photonique, la montée fulgurante du " e-business " se produit surtout pour l'industrie de l'électronique et de l'informatique. Effectivement, il a fait un bond fulgurant depuis quelques années, et on prévoit une poussée phénoménale pour les années futures. ¹⁸ Le tableau suivant montre qu'au sein des premiers

¹⁴ **Learn E-Business or Risk Elimination, E-BUSINESS – What Every CEO Needs To Know**, Stephen SHEPARD, Editorial, Business Week, le 22 mars 1999.

¹⁵ **Ushered in a New Era of E-business**, Nortel Networks DALLAS le 12 juillet 1999 (Voir texte intégral dans les annexes).

¹⁶ À ne pas confondre avec le "e-commerce" qui concerne avant tout le grand public, comparativement au " Business-To-Business " ou " B-to-B ", le commerce en ligne interentreprises.

¹⁷ **Buying Frenzy : As Online Business Grows Faster Than Anyone Expected, It's Also Changing the Face of Commerce**, George ANDERS, **Special Report : e-commerce**, Wall Street Journal, le 12 juillet, 1999.

¹⁸ Idem.



marchés de l'optique/photonique de la région, les TIC et les États-Unis, **près de 40 % des ventes globales s'effectueront d'ici peu selon cette formule nouvelle. Ne pas y participer immédiatement, pour l'industrie de l'optique/photonique de Québec, cela signifierait un immense désavantage de marché allant rapidement en croissance.**

**Prévision de vente " Business to Business " pour les secteurs informatique et électronique
aux États-Unis – 1997-2003 (en million)**

	1997	1999	2001	2003
Informatique et électronique	\$8,729	\$50,379	\$229,108	\$395,302
	1.8%	8.2%	29.2%	39.3%

Source : " **Buying Frenzy, Special Report: E-Commerce** ", extrait du Wall Street Journal, édition du 12 juillet 1999

À cet égard, **immédiatement**, en débutant une action d'ensemble et d'envergure par l'OPTOpole, l'industrie peut se synchroniser au mouvement principal à cet égard. Certes, les Dell, Cisco et Intel, les exemples les plus avancés d'entreprises du " B-To-B " depuis les 12 à 18 mois passés, le démarrage généralisé du " e-business " n'a réellement débuté qu'au printemps. En ce qui concerne l'industrie de l'optique/photonique, le fait que Nortel networks¹⁹ annonce à la mi-juillet 1999, un virage vers le " e-business " démontre que les constats associés aux données précédentes sont d'importance capitale pour l'industrie de Québec et pour l'OPTOpole. L'action récente de Nortel correspond à ce qui est envisagé comme service d'affaires en ligne pour l'OPTOpole.

B) RETARD INTERNET DU QUÉBEC VIS-À-VIS DU CANADA ET DES ÉTATS-UNIS

En toile de fond, on constate qu'actuellement au Québec, comparativement à leurs consœurs nord-américaines, les entreprises prennent du retard dans l'utilisation de l'Internet. En effet, **avant** la vague du " B-to-B " actuelle, leur retard était **au moins** de 12 à 18 mois.

Au États-Unis, l'ère du " e-business " peut être considérée comme un phénomène proprement interne. Jusqu'à maintenant ce sont principalement les entreprises américaines qui en ont occupé le devant de la scène internationale : *" Effectivement, les succès du ' e-business ' sont aux mains d'une vingtaine d'entreprises, américaines pour la plupart. Les magazines font état des visionnaires que sont Cisco, Intel, Dell et d'autres firmes de grande taille aux États-Unis. Le défi est de taille pour les entreprises canadiennes, car les marques américaines sont déjà très bien établies²⁰. "*

Mais partout, la vague fait effet. Au plan des marchés émergents, on peut croire que les possibilités de ventes en ligne se répandront très vite. Prenons le cas de la Chine, situation qui n'est pas si éloignée des préoccupations commerciales de la région. Récemment, des dirigeants de l'industrie de la région se sont rendus en Chine visiter deux régions où existent des possibilités d'établir des relations commerciales. Les Chinois ont paru extrêmement ouverts à des échanges commerciaux avec l'industrie de Québec.²¹ Les Chinois rencontrés ont fait part de besoins en optique/photonique à différents niveaux (production, R&D etc.).

La population chinoise d'utilisateurs d'Internet a doublé (4 millions) depuis un an. D'ici 3 ou 4 ans, le nombre de ces internautes risque de grimper à 40 millions. Au plan mondial, la Chine dépassera alors le Japon en tant que 2^{ième} pays en nombre d'utilisateurs d'Internet. Afin d'être capable de suivre adéquatement et de profiter pleinement et concrètement des occasions d'affaires suscitées par la visite évoquée de la délégation d'affaires de la région, on peut croire qu'Internet puisse devenir un outil de suivi et d'interrelations efficace pour peu que l'on soit doté industriellement des bons instruments et contenus.

Au Québec, un site Internet d'affaires devient désormais un outil commercial incontournable. D'ailleurs, 80 % des entreprises de plus de 100 employés aux États-Unis ont une présence sur le Internet, alors qu'au Québec, seulement 57 % des entreprises similaires disposent d'une vitrine technologique. Effectivement, de récentes études confirment que le Québec traîne de la patte dans l'utilisation d'Internet. En effet, on estime que les entreprises québécoises accusent sur ce plan un

¹⁹ **Ushered in a New Era of E-business**, idem note 15.

²⁰ **Pour réussir dans le nouveau commerce, il faudra faire vite**, Danielle TURGEON, Les Affaires, le 10 avril 1999.

²¹ Les Chinois vouent un grand respect aux gens du Québec, à cause du Docteur Bethune, un héros de la révolution chinoise, qui est né et a pratiqué à Montréal. Nous avons donc un avantage en Chine, par rapport aux autres puissances mondiales (Europe et É-U).



retard de plus de un à deux ans sur le reste de l'Amérique du Nord. Seulement 28 % des entreprises québécoises possèdent une vitrine électronique ou sont branchées, comparativement à 47 % en Ontario, à 57 % en Nouvelle-Écosse, alors que la moyenne canadienne est de 42 %.²² Les entreprises québécoises prendraient de gros risques en tardant davantage à adopter le " e-business " .

Le secrétaire d'État, responsable de Développement économique Canada (DEC) au Québec, M. Martin CAUCHON, vient d'envoyer un véritable signal d'alarme aux chefs d'entreprises du Québec : " *Internet ne s'applique pas seulement aux sociétés de haute technologie. Ceux qui n'ont pas encore compris cela vont se réveiller brutalement. Il faudra un changement de mentalité pour faire en sorte que le Québec ne manque pas le train de la nouvelle économie.* " ²³

Pour ce faire, il ne s'agit plus de se donner une simple présence sur Internet : " *Trop d'entreprises croient qu'Internet n'est qu'une sorte de grand panneau publicitaire, qu'il suffit de monter une fois, sans plus jamais y toucher.* " ²⁴ Et se lancer dans l'aventure du " e-business " exige une réflexion sur de nombreux aspects et qui, actuellement, nécessitent de forts investissements. Les trois principaux éléments de coûts à considérer sont²⁵ :

- le site : conception, hébergement, mise à jour, personnel de gestion, frais de marketing et de publicité;
- le réseau : ordinateurs, serveurs, catalogue en ligne, base de données intégrées, paiements sécurisés, certificats d'authentification, liens d'accès et de télécommunications;
- la réingénierie des processus : automatisation des processus de traitement de commandes et de facturation, centre d'appels pour la clientèle, inventaire en temps réel, service de distribution et de livraison, intégration du commerce virtuel à la structure organisationnelle existante.

C) LE CENTRE D'AFFAIRES EN LIGNE ET LE " E-BUSINESS "

Pour une PME, se doter d'outils de pointe en matière de " e-business " est très coûteux, d'autant plus que l'expertise de pointe en la matière est des plus rares au Québec. C'est ici que le dispositif d'affaires commun que constituera la Cité peut livrer, dans l'immédiat, tout son potentiel. Il est proposé de créer un " **Centre d'affaires en ligne** " (CAEL) au cœur de l'OPTOpole. Tel qu'envisagé, les coûts de conception, réalisation et démarrage à fond, en 2 ans, sont estimés sommairement à près de un million de dollar canadien. Cette phase préliminaire d'élaboration devrait être financée et remboursée à même les revenus du CAEL car, il sera un centre de revenus (5 % de frais par transactions complétées).

La formule proposée en est une de " télescopage " de l'avenir, et non de rattrapage. En effet, courir pour rejoindre les leaders est plus qu'épuisant, surtout lorsque ces derniers sont déjà eux-mêmes en pleine course ! Le projet de Centre d'affaires préconisé est innovateur par ses composantes : en synergie, associant **promotion, intelligence d'affaires et transactions**. Il est **esquissé** et illustré par le tableau et des graphiques présentés à la fin de cette section. En effet, l'ampleur de la mise au point du CAEL dépasse le cadre de ce mandat. Cependant, il importe d'en amorcer au plus tôt la réalisation par une étude fine et diligente d'opportunité et de conception de type pré-faisabilité.

Le projet consiste en la création d'un **noeud** ou " **hub** " central au cœur de l'OPTOpole, dont les éléments informatiques et de réseau seront " **reproduits sous forme de site miroir** " au sein de chacune des entreprises et centres de l'industrie, qui seront invités à y participer **volontairement**. De la sorte, **par des procédures de gestion et des moyens informatiques appropriés, le respect intégral de la confidentialité des échanges et des ventes peut être assuré pour chaque organisation participante**. Le CAEL sera aussi conçu et développé comme un prototype pouvant servir de modèle permettant à chacun d'apprendre, et à leur guise, de s'en détacher un jour.

Breve description du Centre d'affaires en ligne projeté

Le CAEL envisagé intégrera des activités jusqu'ici distinctes sur Internet : communication, promotion, intelligence d'affaires, prospection de clientèle, transaction, suivi d'affaires, etc.

La clé de voûte de l'action commerciale internationale proposée pour l'industrie **par** l'OPTOpole repose sur la mise en place de ce Centre d'affaires en ligne. Le CAEL effectuera de la promotion régionale, de l'intelligence d'affaires sur les marchés, en technologies, en formation supérieure, à propos des régions de l'optique/photonique, etc. Il servira aussi et surtout de moyens de transactions en ligne. Le système préconisé servira par son **noeud** à interconnecter les entreprises et centres, par l'entremise de leur " site-miroir ", à leurs clients et fournisseurs. Ce qui permettra aussi des activités de services après-vente en ligne.

La réalisation d'un système de pointe en commerce d'affaires en ligne est trop onéreuse aujourd'hui pour être rentablement utilisées de façon isolée par chacune des PME de l'industrie. Certes, plusieurs entreprises de la région sont déjà dotées de sites de promotion de 1^{ère} ou de 2^{ème} génération. La mise en commun de services comme ceux considérés par le CAEL intégrerait un tel volet de communication et de promotion d'une manière très détaillée (catalogue de produits et services général et spécifique par entreprise, informations d'attrait sur la région et sur l'industrie, système de courriel interactif général à l'OPTOpole et personnalisé pour chacune des entreprises, etc.).

En guise d'**intelligence d'affaires**, les entreprises utilisent usuellement les revues de presse et les rencontres et foires internationales spécialisées pour connaître les tendances de marché et les intentions et réalisations de leurs concurrents. Une veille/vigie technologique permanente permet de mieux diriger le positionnement technologique des entreprises. À cet égard, le Centre d'affaires en ligne considéré peut aller beaucoup plus loin en automatisant selon les attentes et besoins d'ensemble et de chacun certaines activités d'intelligence d'affaires et, ce, de manière plus précise et complète que les façons de faire conventionnelles. Un certain nombre d'activités de base pourraient aussi être réalisées comme la publication de revues de presse et d'analyses de tendances ou d'actualité sur les technologies et les marchés. Ce qui permettrait à l'ensemble des petites et moyennes entreprises de la région d'obtenir une information stratégique de base.

Le CAEL pourra jusqu'à mettre en relation directe l'acheteur potentiel avec le vendeur de l'entreprise situé dans la région. En effet, dans les activités à valeur ajoutée de maillage d'affaires et de transaction ("**matchmaking**") que le Centre projeté pourrait jouer un rôle prépondérant. Les objectifs d'un tel centre touchent deux aspects les plus importants de l'entreprise de l'optique/photonique, soit l'augmentation de ses revenus et la réduction de ses dépenses.

Les raisons pratiques d'être du centre d'affaires en ligne sont principalement d'augmenter les ventes, de même que de réduire les coûts de commercialisation.

Un prototype pouvant servir de modèle et de lieu d'expérimentation

Ainsi, en fonction de la nécessité "d'Internetiser" au plus vite l'ensemble des entreprises du Québec, l'action à réaliser par l'OPTOpole pourrait intéresser et mobiliser plusieurs intervenants économiques. Elle nécessite un fort leadership public. Ce faisant, on peut prendre les entreprises de l'optique/photonique de Québec comme lieu d'amorce, pour réaliser en matière d'Internet une action d'envergure québécoise de type prototypal. Car l'enjeu est de télescoper et non pas de tenter de rattraper les autres pays, sinon il y a risque de rester longtemps en arrière, surtout aux vitesses de croissance qui ont cours sur Internet.

Un centre de revenus et d'autofinancement de l'OPTOpole

Un estimé des revenus potentiels du CAEL permet de croire qu'il serait possible, en 2^{ème} ou 3^{ème} année, que le site autofinance ses dépenses d'exploitation et sur cinq ans puissent rembourser ses frais initiaux de conception et de démarrage. Une analyse très préliminaire, fondée sur des données réelles de l'industrie, fut réalisée dans le cadre de ce travail. Un scénario prévisionnel sommaire a servi aux données suivantes : **l'estimation des revenus potentiels du CAEL (cumulativement, 6,5 millions de dollars d'ici 2004) permet de croire qu'il s'autofinancera; plus encore, une partie des bénéfices pourrait servir à autofinancer l'ensemble des frais de coordination et d'activités de l'OPTOpole.**

Les leçons récentes d'implantation novatrice de nouveaux outils de communication électronique démontrent que les coûts initiaux de lancement sont très élevés. Très rapidement, c'est-à-dire sur quelques années, ils tendent à diminuer à une vitesse vertigineuse (ex : la vidéo corporative dans les années 80 et les sites Internet au milieu des années 90). De la sorte que d'ici 2 ou 3 ans, les entreprises d'envergure moyenne de l'optique/photonique de la région si elles le souhaitent, pourront se permettre financièrement de s'équiper individuellement d'un CAEL propre. Ce seront donc les entreprises les plus dynamiques et importantes, qui se détacheront les premières du CAEL de la Cité. Cependant, de manière durable, ce sont les PME et les entreprises en démarrage en auront le plus besoin.

RECOMMANDATION 24

De manière à télescoper le développement en cours en matière de commercialisation électronique de type " e-business ", concevoir et développer un " Centre d'affaires en ligne " (CAEL) au cœur de la Cité :

- Le doter de trois outils agissant en synergie : la promotion, l'intelligence d'affaires et la transaction.
- Réaliser une étude de conception et de faisabilité, pour mettre au point et vérifier les aspects financiers, le marché, la structure, l'expertise, l'échéancier du CAEL etc.. Cette étude est à débiter de façon extrêmement urgente.
- Inscrire la mise au point du CAEL dans une perspective " prototypale ", selon un modèle pouvant s'appliquer à d'autres situations de développement technologique dans la région et au Québec.

RECOMMANDATION 25

Que la Cité adopte un nom distinctif, dans le contexte mondial de l'Internet, et qu'à ce titre, elle considère celui qui se prête aussi bien au français qu'à l'anglais, soit, Québec OPTOpole (" optopolis ", synonyme de cité de l'optique).

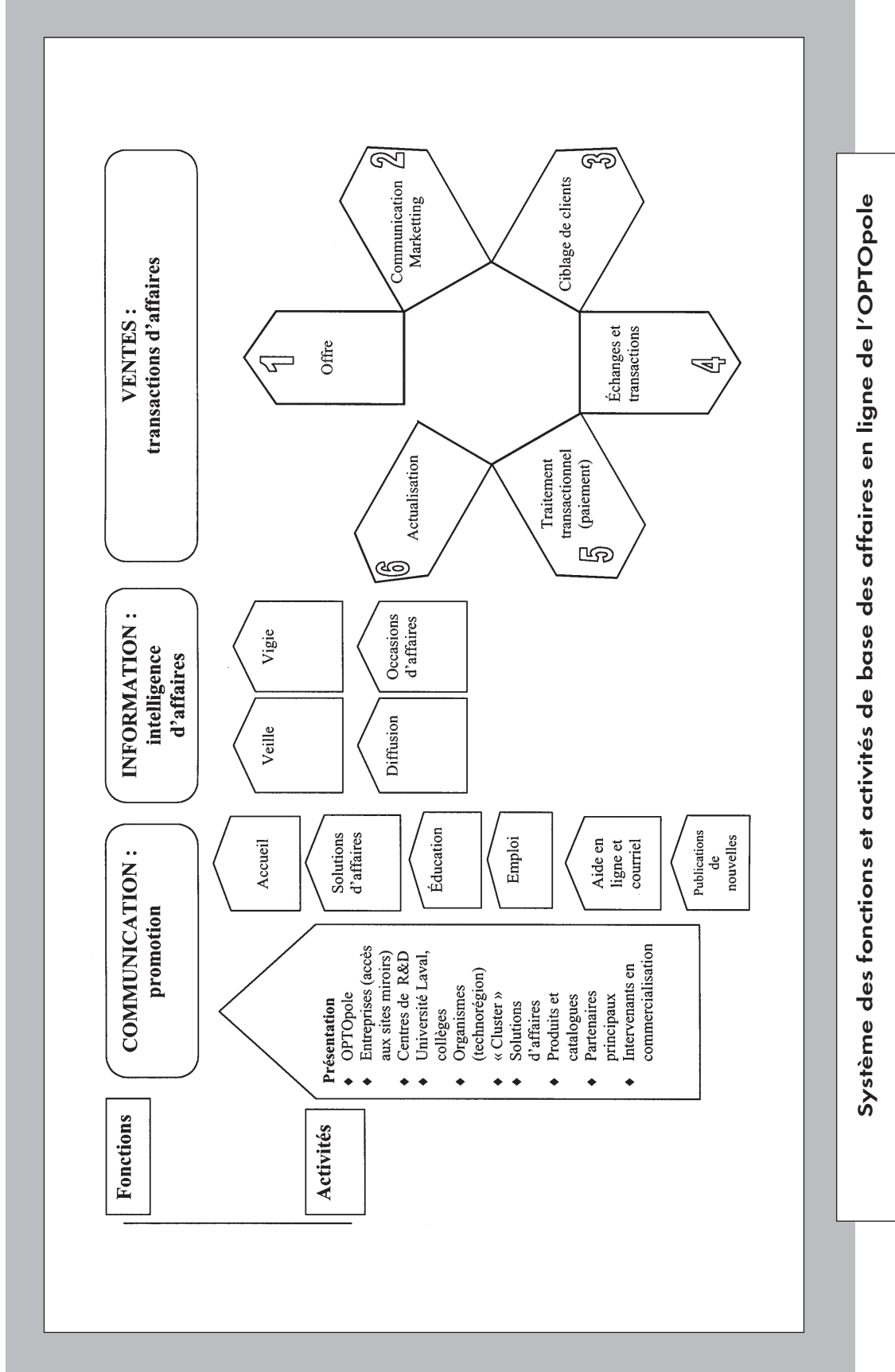
Introduction au tableau et aux graphiques présentés aux pages suivantes

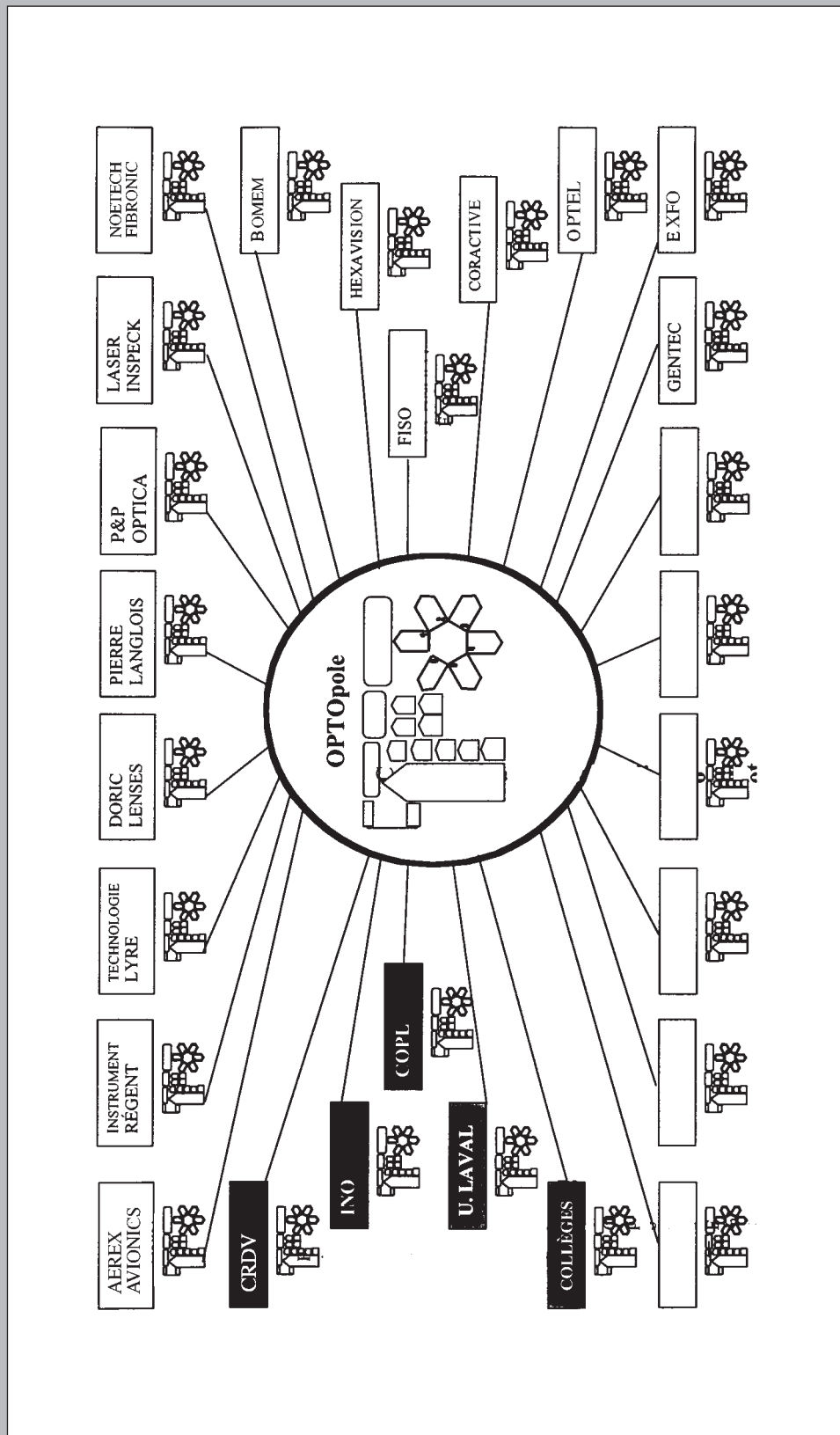
- Le tableau " Matrice fonctionnelle des activités du service d'affaires en ligne " décrit sommairement les fonctions, niveaux d'accès et les activités projetés du CAEL.
- Le graphique " Système des fonctions et activités de base des affaires en ligne de l'OPTOpole " schématise les grands blocs d'activités qui, en pratique, seront " interactivées " les uns avec les autres. Par exemple, un client peut entrer par la section communication du site, par la liste des produits, et passer ensuite à la sous-activité 2 de la fonction vente, puis, prendre contact directement avec une entreprise et engager un processus transactionnel.
- Le graphique " Illustration du réseau régional dans le monde " montre comment l'OPTOpole et le CAEL permettent une pleine interaction **industrielle** et **commerciale** au sein des marchés mondiaux. Le système est totalement flexible, chacun peut l'utiliser en tout ou en partie.
- Le graphique " Schéma du réseau régional d'affaires en ligne constitué par le nœud de l'OPTOpole et les sites miroirs des entreprises et centres " permet de visualiser le rôle de nœud ou " hub " joué par l'OPTOpole, auquel chaque entreprise et centre sera libre de participer.
- Le graphique " Illustration du réseau régional dans le monde " synthétise l'envergure des cyber-interactions à multiples dimensions du système et cela, mondialement.

Matrice fonctionnelle des activités du service d'affaires en ligne

FONCTIONS	COMMUNICATION Promotion	INFORMATION Intelligence d'affaires	VENTES Transaction d'affaires interentreprises
ACCÈS	Public (Internet)	Restreint (Intranet/extranet)	Restreint/sécurisé (Systèmes transactionnels)
ACTIVITES	<ul style="list-style-type: none"> • Accueil • Présentation de l'OPTOpole • Présentation des entreprises, centres, Technorégion, etc. • Offres et demandes d'emplois • Documentation (technique, etc.) • Éducation grand public • Publication • Service d'aide en ligne et courriel (pour nous rejoindre) 	<ul style="list-style-type: none"> • Veille • Vigie • Repérage des occasions d'affaires 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Catalogues des produits et services par catégorie 2. Communication/ Marketing 3. Identification 4. Transactions 5. Traitements des transactions 6. Actualisation du système

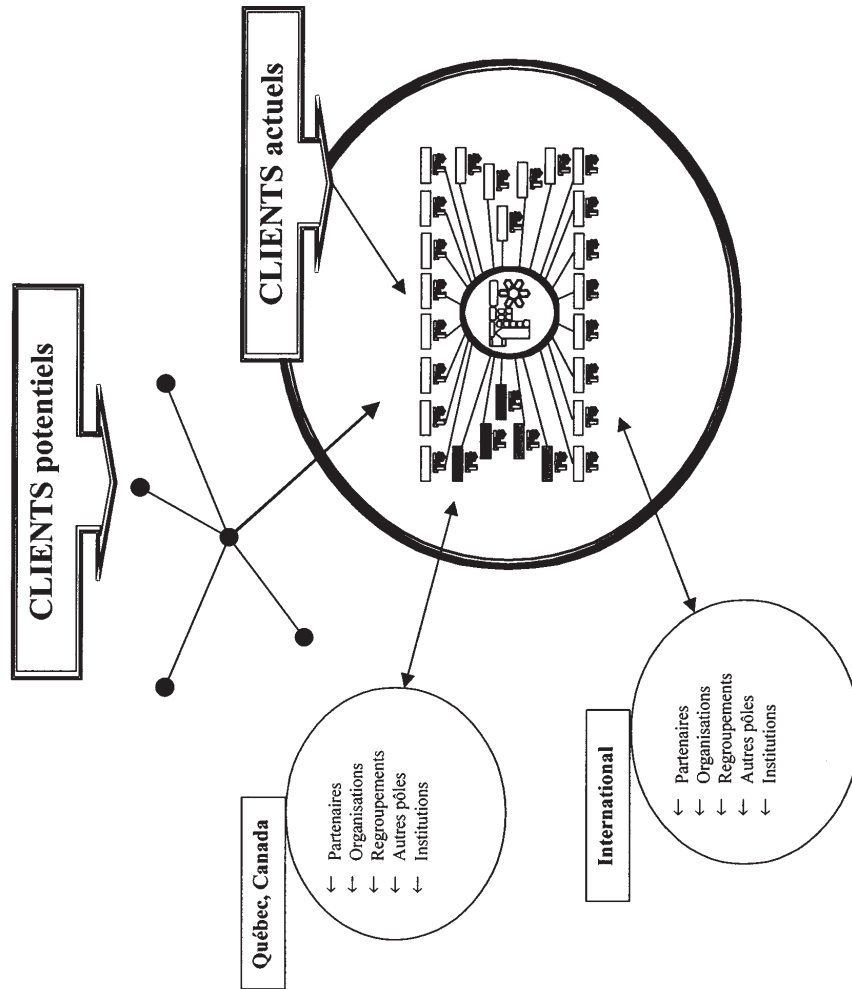






Système des fonctions et activités de base des affaires en ligne de l'OPTOpole

ILLUSTRATION DU RÉSEAU RÉGIONAL DANS LE MONDE



Systeme des fonctions et activités de base des affaires en ligne de l'OPTOpole

3.2.3 Le Financement

Ce n'est plus un secret pour quiconque. Au moment où les économies se mondialisent, non seulement les biens et services sont vendus partout à travers le monde, produits dans les pays où il est plus efficace de le faire, mais l'accès au capital tend aussi à se mondialiser. Au chapitre du financement d'entreprises de haute technologie, on constate la présence de près de cinq milliards de dollars de capitaux de risque au Québec. À peu de chose, cela correspond à près à la moitié de ceux actuellement disponibles au Canada. Donc, dans ce contexte planétaire, le Québec est en mesure de soutenir efficacement la concurrence en matière de financement en la matière. C'est un atout majeur pour tous les domaines de haute technologie au Québec.

Avec leurs taux de croissance accélérés, petites, moyennes et grandes entreprises de la nouvelle économie dépendent toutes de façon critique de l'efficacité et de l'efficience des marchés financiers. Lorsque ces marchés fonctionnent efficacement, ce qui comprend la présence de fournisseurs de capital d'envergure, dotés de compétences mondiales, les entreprises ont accès aux sources de financement à des coûts qui traduisent le risque inhérent à leurs activités.

Les marchés financiers se doivent donc de pouvoir fournir du capital aux entreprises de façon efficace mais surtout de façon efficiente. Le concept d'efficacité au niveau de la disponibilité du capital est un facteur déterminant pour les entreprises de l'optique/photonique dans la mesure où elles sont confrontées à des changements technologiques et de marché extrêmement rapides. Pour maintenir le rythme, si le capital adéquat n'est pas disponible au bon moment et pour le produit opportun, l'entreprise risque alors de se faire reclasser voir même disparaître à cause d'un retard technologique et/ou commercial.

Mais qu'en est-il de la situation afférente du Québec de façon générale et particulièrement de celle de la région de Québec eu égard au financement des entreprises de l'optique/photonique ?

Dans cette perspective, la présente section du rapport fut réalisée afin de circonscrire la réalité vécue par les entreprises de l'optique/photonique de la région au chapitre de leur environnement financier. L'analyse de situation réalisée a permis de relever certaines préoccupations relatives à cette dimension majeure de la vie des entreprises de Québec. Ces préoccupations s'inscrivent dans le contexte d'un noyau industriel majoritairement composé de petites PME. Ces dernières vivent des situations correspondantes à leur stade de développement. Cependant, existent d'autres caractéristiques qui sont propres à l'industrie de l'optique/photonique. D'une part, leurs coûts d'équipements sont pour la plupart plus élevés que la moyenne. D'autre part, leurs dépenses de commercialisation internationale sont des plus substantielles.

Pour l'entreprise active en optique/photonique, des fonds, notamment du capital de risque, sont requis aux premiers stades de sa croissance de même qu'au cours de son expansion subséquente. De la même façon, plus tard dans son évolution, des fonds de développement sont aussi nécessaires pour assurer le fonctionnement d'entités parvenues à une plus grande maturité.

3.2.3.1 Considérations générales sur les formes principales de financement de l'entreprise

Le financement de l'entreprise est une constante préoccupation pour tout dirigeant. De façon générale, l'objectif est d'assurer la solvabilité de l'entreprise de même qu'une meilleure rentabilité des fonds à court, à moyen et à long terme. Notons que ce dit financement peut prendre trois formes différentes à savoir :

- le *crédit*;
- l'*autofinancement*;
- l'*émission de capital action*.

En fonction de leurs situations et besoins, qu'il s'agisse de financement à court ou à long terme, les entreprises de l'optique/photonique peuvent opter pour une stratégie plutôt qu'une autre. L'objectif ici est d'évaluer les besoins en financement de l'entreprise selon son stade d'évolution et de mesurer le degré de réponse (satisfaction) en regard des différents produits et services financiers offerts par le milieu.

A) LE CRÉDIT

Au chapitre du crédit, composés d'institutions prêteuses telles les banques, caisses populaires, compagnies d'assurance et autres, on peut affirmer que les marchés financiers répondent bien aux demandes de crédits qui leur sont adressées. Dans la mesure où les dossiers présentés respectent les limites acceptables de levier financier et de risque encouru, ce type de financement est disponible.

Lors de l'étude des dossiers, l'analyse par ratio γ est habituellement privilégiée. Dans bien des situations, les particularités des secteurs de haute technologie, dont celles de l'optique/photonique, concernent des investissements importants en équipements spécialisés. De surcroît, ces mêmes équipements, plus souvent qu'autrement, fabriqués à l'étranger, correspondent à des investissements risqués aux yeux des prêteurs institutionnels du fait que ces derniers sont spécifiques à un marché hautement spécialisé et par le fait même restreint. C'est ainsi qu'en égard à la réalisation possible de la garantie exigée sur les équipements, l'étrécissement du marché rend les bailleurs de fonds plus anxieux et moins enclins à utiliser les paramètres habituels d'analyse de dossier financement. En d'autres mots, nous sommes en présence d'un paradigme découlant d'une incompréhension des particularités du domaine industriel. Cette incompréhension relève du fait que les bailleurs de fonds traditionnels analysent les dossiers en fonction d'un schème de référence qui est propre aux industries traditionnelles. Incidemment, ils ont une perception tout autre de la réalité de marché vécue par les entreprises de l'optique/photonique. Il existe donc une nécessité de communiquer aux institutions une information claire et précise sur les particularités qui façonnent les réalités industrielles et technologiques de l'optique/photonique. L'information et la sensibilisation auprès des bailleurs de fonds sont des objectifs à court terme.

B) L'AUTOFINANCEMENT

En ce qui a trait à l'autofinancement, pour les entreprises de l'optique/photonique qui sont encore en pré-démarrage ou encore en démarrage, on ne peut pas vraiment parler de marge de manœuvre. Dans la région de Québec, la plupart des entreprises du domaine qui en sont actuellement aux premiers stades de leur évolution, vivent une situation financière, pour certaines, critiques, caractérisée par un manque de liquidité à court terme. Ce qui les empêche d'avoir tout le déploiement financier nécessaire à leur expansion.

Rappelons que l'autofinancement est intimement lié aux bénéfices générés par l'entreprise et que les premières années (habituellement cinq) d'exploitation se soldent habituellement par des pertes. La situation est bien différente pour les entreprises qui sont en phase de croissance. Elles sont généralement bien établies et leur cycle d'exploitation permet de combler leurs besoins financiers d'opération. En optique/photonique dans la région, un bon nombre d'entreprises qui sont au stade de pré-démarrage ou encore de démarrage, sont sous-capitalisées tant et si bien que la question des liquidités est une préoccupation quotidienne.

C) L'ÉMISSION DE CAPITAL ACTION

La troisième source de financement est l'émission de capital-action laquelle est souvent la forme la plus répandue pour se procurer un capital de départ ou encore, pour faire croître une entreprise de façon exponentielle. L'étude qui a été conduite auprès des entreprises l'optique/photonique de la région révèle des difficultés au chapitre du financement par capital-action et plus particulièrement au niveau du capital de risque. Les entreprises désireuses de se procurer du capital sont confrontées à des freins relatifs à leur accès à des fonds qui leur permettraient de soutenir leur pré-démarrage ou encore fortifier leur croissance par le biais d'acquisition d'entreprises, de technologies de pointes ou d'expertises étrangères.

En Amérique du Nord, il est très courant de voir des acquisitions ou des fusions effectuées par le biais des parquets boursiers. L'évolution vertigineuse de JDS, devenue JDS FITELE et récemment JDS Uniphase, est un cas probant. Il démontre toute l'importance de l'accès à du capital important sur une large échelle. Dans la région de Québec, la jeunesse du noyau industriel en optique/photonique explique en grande partie l'absence de stratégie d'expansion basée sur l'émission publique de capital action. Pour preuve, **aucune entreprise du domaine ne se retrouve encore à la bourse**. Sachant que la concurrence est de plus en plus vive et que le rythme de croissance est de plus en plus effréné au sein des entreprises nord-américaines de l'optique/photonique, il importe que le capital correspondant soit au rendez-vous. S'il n'y est pas, particulièrement pour les entreprises qui en sont à leurs premiers stades d'évolution, et c'est précisément ce qui semble se dessiner dans la région de Québec, on constate un développement soutenu et rapide **d'envergure** du noyau industriel actuel.

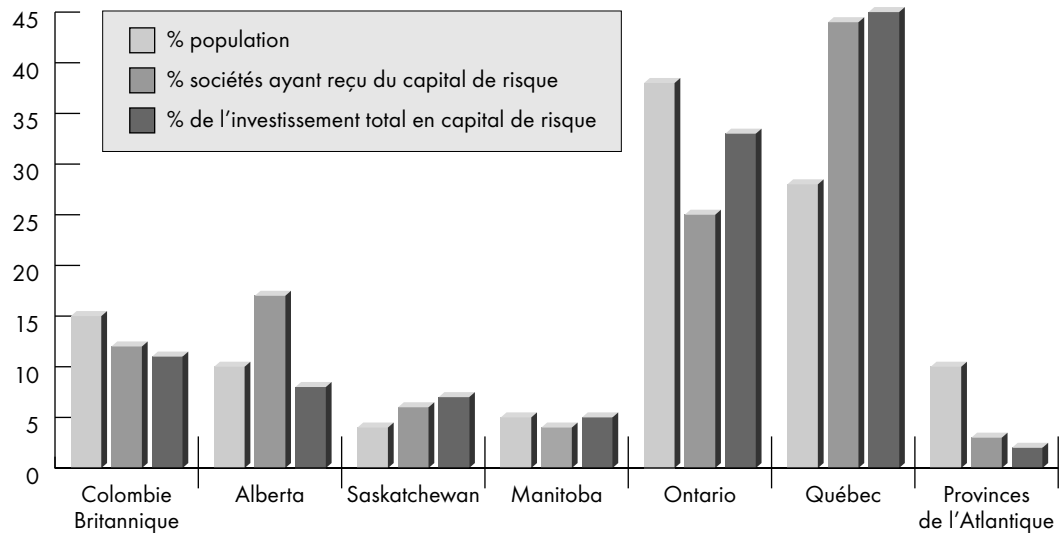
Considérant ces états de fait et la relation étroite entre le capital de risque et les stades courants d'évolution de l'entreprise en haute technologie, il convient de se pencher sur ce volet qu'est le capital de risque.

3.2.3.2 Le capital de risque

L'importance relative des sociétés entrepreneuriales tend à augmenter dans la région de Québec et s'inscrit du même coup dans une tendance similaire à l'échelle canadienne. En effet, selon les plus récentes statistiques, le taux d'inscription au registre des nouvelles entreprises a doublé au court des dix dernières années (R. Amit, J. Brander, C. Zott 1997). Qui plus est, cette augmentation de l'entrepreneuriat est particulièrement intéressante en raison de son association étroite avec l'innovation et le progrès technologique.

Fait intéressant à souligner, le profil géographique des investissements en capital de risque ne correspond pas au profil géographique de l'activité économique. Plus précisément, par rapport à l'activité globale, le recours à l'investissement en capital de risque est plus élevé au Québec que partout ailleurs dans le reste du Canada comme en fait foi le Graphique 1-18 ci-dessous.

Graphique 1-18 Répartition du capital de risque au Canada¹



Au Québec, le niveau relativement élevé d'activités dans le secteur du capital de risque est en grande partie attribuable à l'importance et au dynamisme des fonds associés aux abris fiscaux (Fonds de Solidarité des Travailleurs du Québec de la FTQ, Fondation de la CSN) et aussi à l'action directe et indirecte de l'État québécois (Caisse de dépôt et de placement du Québec, Société Générale de Financement et Investissement-Québec, les sociétés Innovatech). Le Tableau 1-x suivant présente une comparaison de la disponibilité du capital de risque entre le Québec et le Canada.

Tableau 1-25 Disponibilité du capital de risque au Canada et au Québec en 1998²

Portefeuille de capital de risque au Canada	8.4 milliards \$
Portefeuille de capital de risque au Québec	5 milliards \$
Offre annuelle de capital de risque au Québec	1 milliard \$

¹ Source : données de Macdonald et Associates inc.

² Idem

Comme le montre le Tableau 2-x ci-dessous, les fonds d'origine publique (fonds des travailleurs et fonds gouvernementaux) représentent à eux seuls 64 % de tous les fonds actuellement disponibles. Cette caractéristique tend à expliquer une attitude de prudence, culturellement acceptée, par rapport au risque encouru dans les placements plus audacieux que sont ceux de la haute technologie. Cette attitude de prudence tranche avec celle plus proactive des fonds d'investissement privés aux États-Unis que sont les " Venture Capital ".

Tableau 2-26 Répartition du capital de risque en fonction de ses origines³

Fonds des travailleurs	55 %
Fonds corporatifs	18 %
Fonds privés indépendants	15 %
Fonds gouvernementaux	9 %
Fonds hybrides	3 %

En dépit de la croissance observée au chapitre du démarrage d'entreprise, dans la région de Québec, on observe que l'activité entrepreneuriale en optique/photonique pourrait être plus dynamique qu'elle ne l'est. Cette situation est d'autant plus préoccupante qu'elle entre en opposition avec le volet actuel de la stratégie de développement économique du Québec, qui table sur la nouvelle économie, celle de la valeur ajoutée technologique et du savoir. Il est à s'interroger les conditions réelles des pratiques de financement environnant le domaine.

3.2.3.3 La problématique du capital de risque dans l'industrie de l'optique/photonique de la région

En approfondissant l'analyse effectuée auprès des entreprises qui évoluent au sein de l'industrie de la région, on constate que les investissements en capital de risque aux stades initiaux (capital d'amorçage, démarrage) sont, toute proportion gardée, non seulement moins importants mais aussi moins fréquents qu'aux étapes subséquentes d'expansion, d'acquisition, de redressement et de fonds de roulement. Dans cet esprit, il y a lieu d'examiner les facteurs expliquant cette situation et affectant la dynamique régionale de création d'entreprises du domaine.

A) DES INVESTISSEMENTS DE TROP PETITE TAILLE

Au chapitre des problèmes énoncés en entrevues, le besoin d'obtenir d'un financement de taille plus élevée pour une entreprise de l'optique/photonique est formulé. Cette requête s'explique par le fait que les dépenses sont en général plus importantes dans ce domaine d'activité comparativement aux autres secteurs souvent plus traditionnels. Les dépenses en équipements sophistiqués de même que celles rattachées aux ressources humaines spécialisées, voire même ultra spécialisées, sont au nombre des raisons citées.

B) UN FINANCEMENT DIFFICILE À OBTENIR

Pour l'entreprise en phase de pré-démarrage ou encore en démarrage, on énonce là aussi des difficultés d'obtention de capitaux. Semble-t-il, le niveau de risque plus élevé, les besoins technologiques plus grands et le manque d'expertise des analystes de dossier en regard de l'optique/photonique soient des freins, voire même des obstacles difficilement surmontables. Ces particularités s'expliquent par le fait que, culturellement parlant, le Québec ne commence qu'à véritablement s'appropriier l'entrepreneuriat technologique. En conséquence, l'OPTOpole pourrait le cas échéant, en adoptant une approche centrée l'accompagnement, un peu à la manière du Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB), jouer un rôle de coordonnateur-conseil tout en fournissant un support d'information dans l'analyse des dossiers.

C) UN FINANCEMENT ONÉREUX

De par sa définition et sa conception, le capital de risque consiste en une source de financement offerte et apportée là où diverses initiatives de démarrage, d'innovation technologique, de consolidation, de réorientation, d'acquisition ou de projet de commercialisation promettent un bel enrichissement. Étant donné le risque associé, on comprend qu'en termes de rendement sur le capital, les attentes des investisseurs soient plus élevées que celles que l'on retrouve normalement sur le marché des capitaux conventionnels.

Alors que l'économie actuelle nord-américaine se caractérise par une croissance soutenue, combinée à de bas taux d'intérêt, les fonds de capitaux de risque exigent de façon courante des taux de rendement dépassant parfois même les 20

³ Idem

%. C'est du moins ce que dénotent les principaux intéressés rencontrés du domaine dans la région. Dans un tel contexte, il n'est pas surprenant de voir plusieurs entrepreneurs du milieu s'offusquer devant de telles exigences de rendement. Fort heureusement, les fonds de capitaux de risque sont de moins en moins le fruit d'investisseurs isolés. Il est à remarquer ces dernières années une tendance à la démocratisation. De plus en plus, de manière regroupée (ex. fonds croisés), interviennent diverses sociétés, telles des sociétés de personne, d'assurance et de banque, sans compter les caisses de retraite, les filiales des centrales syndicales en plus des sociétés para-gouvernementales. Cependant, la pression à la baisse sur les rendements exigés est lente à se manifester pour un milieu entrepreneurial qui se doit d'agir vite, si bien que l'accès à un financement relativement trop onéreux, le ralentit dans sa croissance. Cependant, soulignons qu'en plus de sa participation des plus actives aux études de conception et à la mise sur pied de la Cité de l'optique, la Société Innovatech de la région finance déjà quelques entreprises de l'optique/photonique de Québec. Ce qui fait d'elle un exemple à cet égard.

D) DES FONDS DE CAPITAL DE RISQUE TROP SEMBLABLES

On note que les différents organismes de financement partagent très souvent les mêmes critères de sélection. En conséquence un dossier rejeté de la part d'un organisme entraîne souvent un résultat identique chez un autre bailleur de fonds. Les personnes consultées lors de l'enquête soulignent le manque de concurrence au sein des organismes de financement en capital de risque. Selon eux, une concurrence accrue favoriserait une pression à la baisse sur les rendements exigés en plus d'une spécialisation de certains dans des créneaux plus pointus comme l'optique/photonique.

E) UNE LENTEUR À OBTENIR LES FONDS

Entre le moment où l'entreprise de l'optique/photonique signifie son besoin pour des fonds et le moment où effectivement elle les obtient, il peut s'écouler un temps qui se calcule en mois. Pour l'entreprise qui est à l'affût d'opportunité d'affaires et qui de surcroît compose avec des liquidités restreintes en raison d'une situation de démarrage, ce laps de temps déterminant a un effet contre productif à l'égard de l'exploitation. En effet, les fonds qui normalement devraient supporter les coûts variables de mise au point (prototypage) ou de R&D (tel que l'amélioration du produit), sont bien souvent, en raison de la situation d'attente, amortis de façon substantielle par les coûts fixes (charges administratives récurrentes) générés durant la période ou ces derniers auraient dû être disponibles. En d'autres mots, des fenêtres d'opportunité d'affaires se referment vite au désarroi des entreprises qui évoluent en optique/photonique.

Un niveau de productivité à relever

En guise de synthèse, en termes industriels, on retrouve de jeunes entrepreneurs désireux de se lancer en affaires mais dans un environnement où la culture entrepreneuriale n'existe que depuis peu. Ces derniers manquent donc de références naturelles. Elles doivent en conséquence être accompagnés notamment en matière de financement. Par ailleurs, dans ce même milieu existent des institutions de capital de risque marquées soit du sceau de la prudence de leur origine majoritairement publique ou encore de leur inexpérience dans le traitement de dossiers, certains de pointe **mondiale**, au sein d'un domaine aussi dynamique que l'optique/photonique.

Tenant compte du caractère émergent et novateur de l'industrie, la problématique du niveau actuel de productivité moyenne des entreprises est une réalité bien présente. Pour les entreprises de l'optique/photonique de Québec, il semble que le passage au stade de production de masse se fasse difficilement. Conséquemment, l'entreprise québécoise est désavantagée face à la concurrence mondiale.

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Accélérer la mise à niveau industriel de la production et de la commercialisation de masse et de l'industrie de l'optique/photonique de Québec, en accroissant et en facilitant l'usage des capacités financières disponibles.

RECOMMANDATION 26

Dans le cadre de sa mission de financement régional en haute technologie, que la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches assume un leadership dans la région en ce domaine, afin de favoriser la mise au point et l'application de programmes adaptés aux besoins de l'industrie, et de sensibiliser le milieu financier québécois aux particularités de l'industrie de l'optique/photonique, tout en offrant, cas par cas, une expertise de pointe au chapitre du financement des projets de celle-ci.

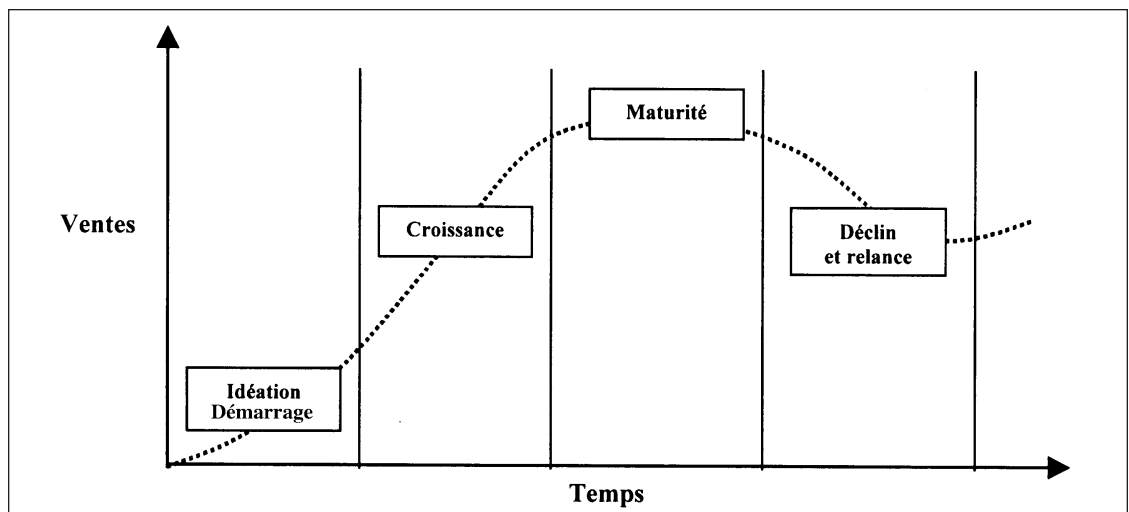
3.2.3.4 Programmes d'aides financières peu appropriés aux besoins des entreprises (en démarrage)

En annexe de cette section du présent rapport, on retrouve une liste exhaustive des différents programmes d'aide financière offerts par les paliers gouvernementaux provincial et fédéral. Un premier constat est à l'effet qu'une forte proportion des programmes est d'origine fédérale et que de surcroît ces derniers concernent des aspects propres aux entreprises parvenues à un stade post-démarrage. Le CRDV et l'INO sont des exemples qui attestent le dynamisme des initiatives publiques canadiennes qui ont historiquement pris racine dans la région. Parmi les sujets couverts par les programmes, on retrouve la formation et l'intégration de la main-d'œuvre ou encore la recherche et développement, ainsi que le soutien au développement de nouveaux produits et marchés (ex. : Fonds Idée-PME, PDME).

Toutefois, trois initiatives particulières se distinguent, à savoir : le programme de Valorisation de la recherche de la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, l'aide financière et d'encadrement expert en démarrage du Centre québécois de la valorisation de la biomasse (CQVB) et celle du Fonds de capital de pré-démarrage pour projets technologiques au Québec de la société T²C². Le premier s'adresse aux chercheurs de la région en vue de commercialiser une invention technologique par une entreprise existante ou à créer. Le deuxième a démontré tout son efficacité au regard de la quarantaine d'entreprises en biotechnologies de la région dont plusieurs ont profité au départ des ressources et de l'encadrement du CQVB. Le troisième, issu d'une alliance entre la Banque de développement du Canada (BDC) et Sofinov, une filiale de la Caisse de dépôt et de placement du Québec (CDPQ), permet aux entreprises qui se qualifient de se procurer du financement et des services de soutien à la gestion devant servir à l'avancement de projets technologiques qui en sont aux stades initiaux. De telles initiatives spécifiques de financement aux stades initiaux de création d'entreprises sont à renforcer et élargir.

De façon générale on peut affirmer que l'ensemble des programmes⁴ mis de l'avant par les instances gouvernementales ont pour but d'encourager l'innovation au sein des petites et moyennes entreprises et ce, dans la perspective d'améliorer leur compétitivité sur l'échiquier mondial. Au niveau provincial, des efforts majeurs ont été déployés au cours des dernières années pour soutenir les entreprises de haute technologie à travers les phases de démarrage et de pré-démarrage.

Sur la base des observations effectuées, force est de constater que peu d'aménagements aux programmes de financement ont été effectués pour des industries, telles celles de l'optique/photonique, en pleine émergence et développement rapide de nouveaux produits ou de nouveaux marchés lesquels nécessitent, bien souvent, une commercialisation internationale. Les programmes proposés répondent à des besoins qui concernent davantage des entreprises qui sont soit en phase de croissance ou encore en phase de déclin relance (voir tableau ci-dessous).



Lourdeur et lenteur administratives des programmes

Travailler au démarrage d'une entreprise impose d'investir temps et ressources à colliger, répertorier et classer des informations. Certaines servent à des fins de rédaction du plan d'affaires, d'autres à répondre à des demandes plus spécifiques des partenaires potentiels d'affaires. Quand il s'agit d'un projet nécessitant une forte mise de fonds se chiffrant en

⁴ Voir l'annexe de cette section de ce rapport.

millions de dollars, la tâche est d'autant plus ardue qu'elle oblige à un partage du risque financier entre plusieurs partenaires. Dans certains dossiers connus de la région de Québec réunissant jusqu'à huit partenaires financiers, excluant les promoteurs, l'analyse du dossier a pris des proportions telles que la survie même du projet fut mise en péril, les promoteurs n'ayant peu ou pas de ressources financières pour subvenir à leurs propres besoins personnels.

À plusieurs reprises, des dirigeants des entreprises de l'optique/photonique ont souligné le fait que la gestion interne des programmes, autant à l'étape de la demande (i.e. rédaction de la demande, justification des montants sollicités) qu'à l'étape du suivi, consommait un temps et une énergie à bien des égards contre productifs. En assouplissant l'administration des règles administratives des programmes et surtout **en assistant les entrepreneurs** dans le cadre de ces démarches administratives, l'allocation de ces temps et énergie sera plus productive.

3.2.3.5 Création d'un partenariat de fonds de capital de risque spécialisé en optique/photonique

La présence d'un partenariat de fonds de capital de risque spécialisé en optique/photonique pourrait agir comme un élément catalyseur dans la région de Québec. Ce partenariat serait un peu à l'image de regroupements de " Venture Capital " que l'on retrouve notamment aux États Unis. Ce partenariat pourra en quelques sorte agir comme un partenaire-accompagnateur financier qui, suivant cette approche, pourrait cheminer avec l'entreprise dans les différents stades de son développement jusqu'à son introduction en bourse. **Dans la mesure où cette formule de coopération financière permettrait de répondre plus adéquatement aux situations particulières du domaine, elle est plus flexible et plus appropriée que celle d'un fonds croisé " thématique " habituel (par exemple, en télécommunications, logiciel ou biotechnologie) de capital de risque. De tels fonds sont habituellement complexes et longs à réaliser et lourds dans leur fonctionnement.**

L'élément clé de ce " fonds en partenariat " pourrait être un noyau d'experts analystes à constituer. Tout en fournissant une expertise de pointe en financement cas par cas, cette approche favorise la mise au point et l'application de programmes mieux adaptés aux besoins des entreprises, tout en permettant de sensibiliser le milieu financier québécois aux particularités de l'optique/photonique.

Le partenariat de fonds de capital de risque en optique/photonique doit se faire auprès des fonds déjà présents sur le territoire de la province et même auprès de fonds étrangers dédiés à la haute technologie. Considérant les caractéristiques " en ébullition " de l'industrie de l'optique/photonique et de celles particulières des entreprises de Québec, **il importe que ce partenariat particulier se réalise sous l'animation d'un organisme reconnu pour son dynamisme, son expertise dans le financement des entreprises en haute technologie et qui possède déjà une expérience du financement d'entreprises de l'optique/photonique, telle la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches.**

Enfin, en ce qui concerne les institutions de financement conventionnelles et de certaines autres agissant en capital de risque et pouvant participer à ce partenariat, existe une problématique particulière. Pour des institutions, comme les banques, confrontées à des dossiers de l'optique/photonique, son caractère technologique émergent et ses marchés génériques sont donc **méconnus**. Le niveau de risque financier y est en général estimé comme élevé. Du fait de cette méconnaissance " explicable ", la dimension hautement spécialisée des processus de production et de commercialisation est plus difficilement prise en compte par les analyses conventionnelles en financement. Il y a donc inadéquation entre le fort potentiel du noyau industriel de la région et les modalités usuelles de financement disponible.

Avant de décrire comment le financement spécialisé en optique/photonique par ce partenariat pourrait s'articuler à travers les phases de développement de l'entreprise, il convient de fournir des indications sur ses modalités de fonctionnement en énonçant et décrivant brièvement ses trois principales caractéristiques.

Première caractéristique : une participation au capital action

Que se soit au moment de la création ou au moment de son expansion, la souscription aux capitaux propres de l'entreprise est l'instrument financier généralement utilisé lors d'une intervention de financement. Bien que d'autres instruments financiers (débentures, prêts participatifs - quasi-fonds - et autres du genre) puissent s'ajouter, ces différents dispositifs financiers potentiellement utilisables doivent aussi répondre de façon adéquate aux besoins précis du développement de l'entreprise de l'optique/photonique de Québec.

Enfin, il convient de mettre en évidence les caractéristiques du financement par prise de participation au capital, et ce, pour démontrer toute l'importance et la pertinence d'une intervention financière spécialisée en optique/photonique. Pour ce faire, comparons-le au financement par crédit bancaire.

La première distinction entre le capital de risque et le crédit bancaire concerne la dimension contractuelle de ce dernier. Le crédit bancaire est limité dans le temps, alors que le recours à la prise de participation au capital est théoriquement illimité dans le temps. Cette caractéristique de l'immobilisation des fonds par le biais du crédit bancaire impose donc une contrainte rigide qui laisse une moins grande marge de manœuvre à l'entreprise qui fait face aux aléas du monde des affaires et des cycles économiques.

La deuxième distinction concerne la notion de garantie ou plutôt de non garantie. En effet, le recours à la prise de participation par actions, il va sans dire, ne peut être assorti d'aucune garantie financière. C'est précisément cette caractéristique qui fait que le rapport entre l'entreprise et l'investisseur en capital de risque est un rapport d'associés et non de créancier à débiteur.

Enfin, que la participation soit minoritaire ou encore majoritaire, il est monnaie courante que le souscripteur au capital de risque apporte aussi son concours à la gestion stratégique de l'entreprise. Cet apport se fait par le biais d'une participation active au sein du conseil d'administration et pour ce faire le fonds doit recruter et/ou cultiver des expertises financières spécialisées en optique/photonique.

Deuxième caractéristique : l'apport d'une valeur ajoutée au capital investi par une participation active

Après sa première intervention dans le capital d'une entreprise, le capital de risque en optique/photonique ne doit pas rester inactif. Au contraire, il doit suivre le développement des entreprises dans lesquelles il participe. Comme souligné précédemment, le financier en capital de risque ne peut prendre aucune garantie sur l'entreprise à l'inverse des bailleurs de fonds traditionnels. Alors que les premiers sont intéressés par la valorisation de l'entreprise en terme de capitalisation pendant la période de détention d'une partie du capital, les seconds souhaitent la sécurité de leur placement et sa liquidité au moment des échéances.

Un partenariat de fonds de capital de risque en optique/photonique devrait jouer son rôle de la façon suivante : "**Financement + Assistance management**" et mettre de l'avant son statut de partenaire actif de l'entreprise. Fort d'un savoir-faire dans le domaine, le "partenariat" pourrait fournir une assistance à la détermination de la politique générale, à la croissance de l'entreprise, à la planification à long terme, à l'évaluation financière, au recrutement du personnel, aux relations avec les actionnaires et enfin à la liquidation éventuelle de la participation. C'est de cette façon que ce capital de risque spécialisé pourra ajouter une valeur à son investissement.

Troisième caractéristique : une orientation à long terme

Entre l'étape de l'idéation et son introduction en bourse, l'entreprise passe par des stades de développement aux durées variables, certaines pouvant être assez longues. Dans ce contexte, le capital de risque en optique/photonique, voulant voir son investissement générer des rendements satisfaisants, se trouvera dans l'obligation de suivre le développement de l'entreprise à l'intérieur d'un horizon à long terme. De plus, il ne pourra liquider sa participation que lorsque l'entreprise aura réussi son projet, mesurable à travers les marchés conquis, la réussite financière obtenue et la crédibilité détenue aux yeux du milieu industriel.

Les investisseurs en capital de risque doivent escompter qu'un investissement fait dans un projet qui se trouve au stade de la conception (pré-démarrage) ne peut être liquidé dans de bonnes conditions qu'après une période variant entre 5 et 8 ans (Chandler 1991). À noter que la durée de l'intervention peut s'allonger du fait de la faible liquidité des investissements en capital de risque. C'est donc dire que les investisseurs de capital de risque en optique/photonique devront répondre aux exigences mentionnées dans le cadre d'un horizon relativement lointain.

Le partenariat spécialisé de financement en optique/photonique

Le partenariat spécialisé préconisé de financement destiné à l'industrie de l'optique/photonique constitue une façon **novatrice** de faire. Dans le cadre de sa mission de financement régional en haute technologie, la Société Innovatech, est en mesure d'assumer dans ce domaine, un leadership dynamique. Sous son égide, ce partenariat spécialisé pourra agir comme un élément catalyseur et contribuer fortement à rendre possible les objectifs de la Cité en développement d'entreprises.

RECOMMANDATION 27

Qu'en réponse aux besoins de l'industrie, par Innovatech, un partenariat de financement soit développé entre les diverses institutions du secteur au Québec, pour réunir les fonds nécessaires au soutien à la croissance des entreprises existantes et au démarrage de nouvelles entreprises.

Un partenariat déjà en voie de réalisation

C'est ainsi qu'aux termes de ces travaux préliminaires de conception de la Cité, en réponse à ces constats et analyses sur le financement de l'industrie, sous le leadership de la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, un partenariat spécialisé de financement en optique/photonique est déjà en négociation. Ce partenariat est de l'ordre de 75 à 90 millions de dollars.

3.2.3.6 Les phases de développement de l'entreprise et son financement

Comme nous l'avons souligné précédemment, il est d'usage qu'un fonds de capital de risque accompagne l'entreprise tout au long de son évolution, et ce, jusqu'à son introduction en bourse.

Sachant qu'en financement correspondant aux grands stades de développement de l'entreprise, on retrouve dans l'ordre :

- le financement de démarrage;
- le financement de croissance;
- le financement d'acquisition d'une entreprise.

On peut analyser ces derniers ainsi que les besoins qui y sont associés de la manière suivante.

A) LE FINANCEMENT DE DÉMARRAGE

- **Amorçage** : Au stade du financement d'amorçage on retrouve dans un premier temps le financement d'amorçage " seed-financing ". Ce type de financement correspond à une somme d'argent relativement faible, versée à des entrepreneurs pour développer une idée nouvelle ou encore mettre au point un prototype. La région de Québec regorge d'idées en optique/photonique qui sont soit le fruit de recherches universitaires ou encore le résultat d'une recherche de l'efficience en technologie existante. Le partenariat spécialisé répondra à cette situation.
- **Démarrage** : Dans un deuxième temps on retrouve le financement de démarrage " Start-up financing ". Avec ce type de financement, les fonds apportés sont utilisés pour le développement du produit et la mise en œuvre d'un plan marketing. De façon générale, une entreprise en démarrage est une entreprise en cours d'organisation ou qui existe depuis moins d'un an. C'est durant cette période qu'elle prépare un plan d'affaires et fait des études de marché. Pour orchestrer tous les facteurs de réussite vers l'opérationnalisation du projet, le soutien technique seul ne suffit pas, les fonds sont aussi nécessaires, incidemment le partenariat pourra y voir.
- **Financement de la première étape** : Dans un troisième temps, on retrouve le financement de la première étape " First-stage financing ". Cette étape est intermédiaire dans la mesure où elle se situe entre le démarrage à proprement parler et l'expansion. À cette étape, l'entreprise a déjà dépensé le capital initialement fourni et a alors besoin de capitaux pour mettre en marche ses stratégies de **commercialisation**. L'industrie de l'optique/photonique en est une de calibre international si bien que les efforts consentis au développement de ces marchés sont, toute proportion gardée, plus exigeants et onéreux. Le financement conventionnel ne répond pas à ce type de besoins alors que le capital de risque le peut.

B) LE FINANCEMENT DE CROISSANCE

Durant le stade de la croissance, on distingue là encore trois types de financement à savoir : le financement de la deuxième, de la troisième et de la quatrième étape.

- **Deuxième étape** : Le financement de la deuxième étape “ Second-Stage financing ” permet à l’entreprise de suppléer au fond de roulement afin de supporter le coût des stocks et des comptes payables de plus en plus importants, et ce, en raison de la croissance de ses ventes. Ce financement concerne donc le cycle d’exploitation de l’entreprise. En haute technologie il n’est pas rare que des ententes soient contractées sur des périodes qui s’échelonnent sur plusieurs mois (6, 12, 18 mois). Durant ces périodes l’entreprise supporte des frais d’opération qui peuvent créer des problèmes de liquidité. Le capital de risque constitue une solution envisageable et souhaitable.
- **Troisième étape** : Le financement de la troisième étape “ Third-stage financing ” emboîte le pas en permettant d’augmenter le niveau des ventes, faire prendre de l’ampleur aux stratégies marketing, contribuer encore au fond de roulement et enfin peut-être améliorer ou concevoir de nouveaux produits. Cette étape est particulière parce qu’elle est caractérisée par l’atteinte du seuil de rentabilité après quoi, l’entreprise commence à réaliser des profits.
- **Quatrième étape** : Le financement de la quatrième étape “ Fourth-stage financing ” ou financement de consolidation concerne des entreprises qui s’introduisent ultérieurement au marché boursier. L’accès au marché boursier comme ce fut le cas pour JDS Uniphase (JDS FITEL), accroît de façon exponentielle les ressources financières et par voie de transmission lorsqu’une bonne gestion est au rendez-vous, les résultats financiers de l’entreprise.

Il faut souligner qu’à ce stade d’évolution de l’entreprise, d’importantes modifications peuvent survenir au niveau de la structure du capital et particulièrement si certains actionnaires de l’entreprise veulent se dégager en liquidant leurs parts. C’est à partir de ce moment que l’entreprise peut recourir à des moyens de financements plus traditionnels, mais elle peut également intéresser des investisseurs désireux de diversifier et minimiser leur risque d’investissement associé au portefeuille de placement qu’ils détiennent.

C) LE FINANCEMENT D’ACQUISITION ET DE RACHAT D’UNE ENTREPRISE

Lorsque l’entreprise a suffisamment grandi, sa croissance peut être limitée par la présence d’entreprises concurrentes ou encore par l’impossibilité de se procurer des brevets ou licences détenues par des entreprises dites complémentaires à son champ d’activités. Incidemment, l’intervention du partenariat en capital de risque spécialisé en optique/photonique permettra à l’entreprise désireuse, de faire l’acquisition soit d’une technologie, d’une licence, d’un brevet ou encore d’un savoir-faire particulier. L’acquisition d’entreprise est donc une avenue à privilégier pour accentuer la croissance de l’industrie.

En regard de ses spécificités et de ses besoins de financement, la situation actuelle de l’industrie de l’optique/photonique de la région peut être résumée comme suit :

- Présence massive de fonds de capital de risque publics relatifs aux abris fiscaux;
- Accès difficile aux capitaux dans le cadre d’un pré-démarrage ou encore d’un démarrage;
- Financement de trop petite taille;
- Financement onéreux;
- Fonds apparentés et parfois trop semblables;
- Manque d’expertise dans l’analyse des dossiers de financement concernant des entreprises de l’optique/photonique;
- Rigidité dans l’administration des programmes gouvernementaux.

Le niveau de productivité moyenne

En terminant cette section, conscient de la **jeunesse** et du caractère émergent et novateur de l’industrie, la problématique du niveau actuel de productivité moyenne des entreprises est un problème de grande acuité. Pour les entreprises du domaine, il semble que **le passage au stade de production et de commercialisation de masse** se fasse difficilement. Conséquemment, l’entreprise québécoise est désavantagée face à la concurrence mondiale. Orienté sur le soutien à l’industrialisation, sous la responsabilité d’Investissement-Québec, le programme de garantie de prêt servant à du financement spécifique, tel l’achat d’équipement spécialisé, est une avenue de solution à privilégier, puisqu’il est plus flexible qu’un ajout au programme fiscal de la Cité. Cependant, en fonction des besoins de l’industrie de l’optique/photonique, il serait approprié qu’Investissement-Québec en assouplisse les critères d’admissibilité, fasse en sorte d’accélérer les versements, et augmente le niveau de garantie de prêt pour l’industrie de l’optique/photonique de la région.

RECOMMANDATION 28

Pour l'achat d'équipement de production, qu'Investissement-Québec accélère et simplifie la procédure de son programme de garanties de prêt auprès des prêteurs, notamment que le niveau moyen de garantie qui prévaut soit plus élevé pour l'industrie de l'optique/photonique.

3.2.4 FISCALITÉ

Depuis plusieurs années, par l'entremise du ministère des Finances, le Gouvernement du Québec agit proactivement dans le but d'accompagner concrètement le passage du Québec à l'économie du savoir. Le virage économique initié repose sur un ensemble d'actions intégrées qui constituent une stratégie pragmatique d'orientations, de soutien fiscal et d'aides à l'innovation, plus particulièrement en R&D. Elles permettent au Québec de se tailler une place enviable parmi les États qui s'orientent vers la nouvelle économie. Les initiatives annoncées en faveur de la Cité de l'optique, à la suite du Budget 1999-2000 du Gouvernement du Québec, s'inscrivent dans une telle démarche stratégique. En réponse à une demande spécifique de la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, le ministère des Finances a rendu public, en juin 1999, le Programme fiscal " *Crédit d'impôt remboursable pour la Cité de l'optique* ".

Successivement, les différentes initiatives et divers dispositifs stratégiques mis en œuvre ces dernières années par le Gouvernement du Québec donnent des résultats que l'on peut maintenant évaluer. En matière notamment de R&D, les objectifs initiaux ont été globalement atteints, voir dépassés. Le Québec a réussi à se positionner parmi les régions du monde dotées d'incitatifs les plus favorables au développement de ses industries de haute technologie quant à l'importance des investissements consentis en fonction de l'économie du savoir.

Les ententes de libéralisation du commerce international

Il faut signaler que le champ d'action des gouvernements au chapitre de l'aide offerte aux entreprises est de plus en plus restreint. En effet, les conséquences des différentes ententes internationales, sous l'égide de l'Organisation mondiale du Commerce (OMC), limitent les champs d'actions de soutien économique des gouvernements actuels, dont celui du Québec. L'objectif de ces ententes étant l'élimination des avantages concurrentiels découlant de l'aide directe donnée à l'entreprise. Par ailleurs, de tels accords uniformisent les conditions d'accès entre les différents marchés nationaux facilitant de la sorte le commerce international, donc la mondialisation. Ce qui est particulièrement avancé pour les produits et services dans les domaines des TIC. Dans ce contexte globalisant, les gouvernements, dont celui du Québec, préoccupés par des questions aussi cruciales que le niveau d'emploi, la croissance économique et la productivité industrielle, usent de stratégies de plus en plus imaginatives, subtiles et surtout adaptées aux besoins spécifiques de leurs secteurs de forces économiques.

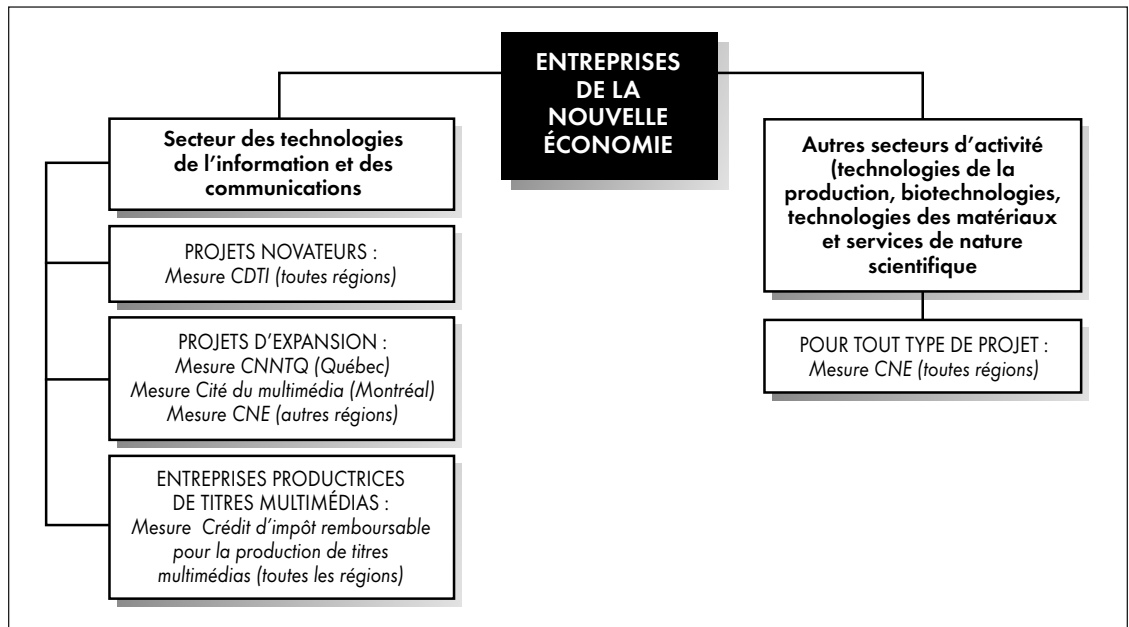
3.2.4.1 Les initiatives et mesures fiscales du Québec en matière de nouvelle économie

Au total, dans plusieurs secteurs d'activités de pointe (biotechnologie et pharmacie, télécommunications, aéronautique et aérospatiale, etc.), le Québec abrite maintenant des entreprises d'envergure mondiale, devenues les nouveaux fleurons de son économie. Il s'agit donc pour lui d'améliorer les résultats dans ces secteurs et d'en élargir la " recette " à ceux qui émergent, dont, entre autres, le multimédia et l'optique/photonique. Outre les mesures fiscales en matière de R&D, les initiatives spécifiques de soutien aux entreprises de la nouvelle économie, tels les Centres de développement des technologies de l'information (CDTI), la Cité du multimédia et le crédit d'impôt pour les titres multimédias, etc., fournissent déjà des effets appréciables, facilitant la création de nombre d'emplois à un rythme beaucoup plus rapide qu'anticipé.

Le Bureau de développement de la nouvelle économie

De manière à informer et à faciliter aux entreprises québécoises concernées un accès simplifié et rapide aux différents programmes et avantages fiscaux récemment mis en place, le ministère des Finances a créé un guichet unique : le Bureau de développement de la nouvelle économie (BDNE), relevant directement du ministère. Le Graphique 1-x suivant, tout en permettant d'identifier les programmes et mesures fiscales actuelles qu'encadre le BDNE, fournit une vue d'ensemble des initiatives soutenant la stratégie gouvernementale québécoise de soutien à l'économie de pointe.

Graphique 1-19 Les programmes et mesures fiscales du gouvernement du Québec en nouvelle économie¹



A) LE PROGRAMME D'INCITATIFS FISCAUX, DÉDIÉ À L'INDUSTRIE DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE DE QUÉBEC

C'est dans ce contexte que, lors de la présentation du Budget 1999-2000, fut annoncé " Le programme d'appui au développement d'une Cité de l'optique pour la région de Québec ". La présentation précisait : " ...une démarche de consultation, impliquant notamment la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, est présentement en cours avec les intervenants œuvrant dans le secteur... Le gouvernement étudiera avec attention les propositions soumises... et verra, s'il y a lieu, à apporter les ajustements nécessaires. "2

En juin 1999, dans un bulletin fiscal du ministère des Finances, **le programme d'incitatifs fiscaux, dédié spécifiquement à l'industrie de l'optique/photonique de la région métropolitaine de recensement de Québec (RMR)**³ fut précisé. Ce programme permet à l'entreprise admissible d'obtenir un crédit d'impôt remboursable sur le différentiel de la masse salariale (40 %). Ce crédit peut être financé à moyen terme. Le programme concerne la main-d'œuvre active en **production** et en **commercialisation**, donc la majorité des employés et des entreprises de l'optique/photonique de la région. Les mesures annoncées ont **pour premier but l'incitation à la création d'emplois**. Il permet une complémentarité avec d'autres volets du programme budgétaire de soutien à l'innovation et au développement régional, instaurés lors du dépôt du Budget 1999-2000. Il se combine harmonieusement, et sans restriction, aux crédits d'impôt existants en R&D. Fort de cette approche, les entreprises de l'industrie de la région, œuvrant dans ce domaine, sont de la sorte concrètement appuyées dans ce déploiement synergique de mesures fiscales.

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Dans le cadre de la réalisation de la Cité de l'optique de Québec, que le ministère des Finances applique, de façon bonifiée, les mesures fiscales s'adressant à l'industrie de l'optique/photonique de la région, telles qu'annoncées dans le texte du Budget 1999-2000 et précisées dans un bulletin en juin 1999.

¹ Source Ministère des Finances du Québec.

² **Mesures affectant les dépenses**, Section 2, page 33.

³ Voir en annexe la description détaillée du territoire de la RMR d'application du cadre d'aide fiscale défini pour la Cité de l'optique.

B) LES AUTRES INITIATIVES FISCALES DE SOUTIEN ACCESSIBLES À L'INDUSTRIE DE L'OPTIQUE/PHOTONIQUE

La stratégie fiscale intégrée pour l'économie du savoir comprend trois niveaux d'intervention que sont la R&D, l'adaptation technologique et le développement des entreprises des secteurs de haut savoir. Combinées au programme spécifique qui lui est adressé, ces initiatives fiscales contribuent aussi à aider les entreprises du domaine de l'optique/photonique.

a) Les mesures appuyant la R&D

En ce qui concerne le régime fiscal applicable à la R&D, trois mesures sont présentement en place :

- Les entreprises du domaine de l'optique/photonique ont la possibilité de réclamer une superdéduction pour leurs dépenses en R&D, comme alternative au crédit d'impôt remboursable. Cette mesure permet aux entreprises du domaine de réclamer le plein montant de l'aide fiscale fédérale.
- Pour améliorer le régime fiscal de la R&D, les entreprises de l'optique/photonique peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt supplémentaire bonifiée variant entre 40 % et 55 % des dépenses en R&D. Incidemment, l'entreprise de l'optique/photonique ayant un actif inférieur à 25 millions de dollars bénéficie, pour une période temporaire de cinq ans, d'un taux majoré en regard des dépenses additionnelles en R&D.
- L'entreprise peut aussi profiter d'un congé fiscal pour chercheurs étrangers en R&D. Ce dernier est passé de deux à cinq ans lors du dernier budget. En élargissant ce congé fiscal à d'autres experts étrangers dédiés aux projets de R&D, cette mesure fort intéressante pour l'entreprise d'optique/photonique, permet d'accroître significativement le potentiel de recherche au sein même des entreprises du domaine.

b) Les mesures appuyant l'investissement et l'adaptation technologique

En optique/photonique comme dans les autres secteurs de haut savoir, l'adaptation technologique constitue un défi ainsi qu'un autre moyen d'innover, et ce, en corrélation avec la R&D.

À cet égard les entreprises du domaine peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt remboursable pour services d'adaptation technologique. Ce crédit d'impôt comporte deux volets consacrés respectivement à l'information concurrentielle et à la liaison et transfert. Grâce à ce crédit d'impôt, les entreprises, en devenir ou en croissance, peuvent, entre autre, améliorer leurs activités de veille en savoir et technologies, et acquérir et valoriser celles-ci plus rapidement.

L'industrie de l'optique/photonique peut encore bénéficier de la mesure pour amortissement accéléré de 125 % s'appliquant à certains investissements liés à l'adaptation technologique ainsi que d'un congé de taxe sur le capital de deux ans à l'égard des nouveaux investissements réalisés.

c) L'optique/photonique, partie prenante de la nouvelle économie de l'information

Dans l'aide fiscale à l'innovation, des mesures particulièrement imaginatives ont été prises depuis trois ans, en faveur des technologies de l'information et des communications dans le cadre de lieux désignés. Lors du dernier budget le gouvernement a annoncé un élargissement, à la fois pour ce qui est des technologies concernées et des régions désignées.

Plus précisément, il est dorénavant possible pour une entreprise de l'optique/photonique, de s'implanter dans l'un ou l'autre des sites que sont les Carrefours de la nouvelle économie (CNE), les Centres de développement des technologies de l'information (CDTI), le Centre national des nouvelles technologies du Québec (CNNTQ) et bénéficier des crédits d'impôt s'y rattachant. L'entreprise peut décider aussi de participer au programme de crédit d'impôt pour la cité de l'optique. Ce dernier programme, à la différence des autres qui précèdent où les mesures fiscales stimulent l'implantation et le développement d'entreprises appartenant à la nouvelle économie dans des immeubles désignés, est disponible pour toute entreprise qui se qualifie sur le territoire de la région de Québec (définition du RMR). Il est toutefois à noter qu'une entreprise peut s'installer dans un CDTI (édifice du Soleil) mais tirer avantage du programme CNE.

Dans les cas du CNE, CDTI et CNNTQ, les entreprises qui réalisent leurs activités dans de tels immeubles peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt remboursable de 40 %, calculé sur la dépense de salariale jusqu'à concurrence de 15 000 \$, et ce, jusqu'au 1^{er} janvier 2011.

Par rapport au CDTI, le CNE n'est pas limité aux technologies de l'information et des communications. Le concept est étendu à l'ensemble des nouvelles technologies d'application générale, reconnues comme des technologies structurantes. Outre les technologies de l'information et des communications, le CNE peut abriter des entreprises exerçant des activités reliées à la production de produit en optique/photonique. Il faut toutefois mentionner que seules les dépenses salariales associées au développement sont admissibles et qu'il est du ressort de l'entreprise d'établir si ses activités relèvent plus de la recherche scientifique ou encore du développement et en conséquence, identifier, à travers ses scénarios le régime fiscal le plus avantageux pour elle à savoir le crédit d'impôt à la R&D ou encore le crédit d'impôt CNE

3.2.4.2 Description du programme d'appui budgétaire et du régime fiscal de la Cité de l'optique

Le programme d'appui budgétaire et fiscal annoncé lors du dernier budget poursuit les objectifs suivants :

- Accélérer le développement de l'industrie de l'optique/photonique de Québec;
- Soutenir la région comme pôle d'excellence.

Appui budgétaire

Initialement doté d'une enveloppe budgétaire de 11 millions de dollars sur trois ans à savoir :

1999-2000	3 millions \$
2001-2002	4 millions \$
2000-2001	4 millions \$

Lors de la présentation du Budget 1999-200, les trois volets suivants d'intervention furent énoncés.

Subvention	Forme	Millions de dollars sur trois ans
R&D	65 % des rémunérations admissibles versées à des étudiants de 2 ^{ième} cycle ou plus 50 % sur toutes autres dépenses admissibles	3 millions
Commercialisation	30 % des dépenses liées à l'infrastructure 50 % sur toutes autres dépenses admissibles	5 millions
Déploiement	5 000 \$ par emploi créé	3 millions

Appui fiscal

Le gouvernement a donc mis en place au mois de juin 1999, le nouveau programme de crédit d'impôt remboursable dans le cadre du projet de la Cité de l'optique. Ce programme fiscal cherche à répondre aux caractéristiques spécifiques de l'industrie. Il s'appuie, entre autres, sur le fait que l'optique/photonique connaît une forte croissance à l'échelle internationale et que le domaine prend de plus en plus de place dans l'industrie des technologies de pointe. Plus spécifiquement, il reconnaît que la région de Québec jouit d'une forte concentration en R&D et en main-d'œuvre spécialisée. Le programme a comme but d'en accélérer le développement tout en soutenant la région comme un pôle d'excellence d'envergure mondiale.

Adapté à l'industrie de l'optique/photonique, le programme de incitatifs fiscaux actuel entre en complémentarité avec le programme budgétaire déjà mis en place lors du dépôt du budget 1999-2000 :

- instauré pour une période se terminant à la fin de 2002;
- l'entreprise admissible peut obtenir un crédit d'impôt remboursable permettant ainsi de compenser les coûts liés à la période d'apprentissage de nouveaux employés;

- le crédit d'impôt, tout comme d'autres crédits d'impôt (CDTI, CNE, CNNTQ), peut être financé à moyen terme par le biais d'Investissement-Québec;
- le taux de ce nouveau crédit d'impôt remboursable de quarante pour cent (40%) repose essentiellement sur le calcul du différentiel de la masse salariale; ainsi, la valeur du crédit d'impôt équivaut à 40% de la différence entre la masse salariale au temps " t " et la masse salariale au temps " t-1 " (la variable " t " représentant le temps).

Ce programme fiscal revêt deux aspects intéressants. D'abord, il vise à favoriser la création de nouveaux emplois. De plus, il se combine sans restriction aux crédits d'impôt en R&D déjà offerts. De surcroît, aucun maximum n'est applicable sur le salaire individuellement versé. Cette caractéristique du programme cadre bien avec l'industrie de l'optique/photonique, car cette dernière supporte généralement un niveau de salaire plus élevé que les secteurs plus traditionnels.

À l'analyse, les effets escomptés du programme en fonction de la croissance éventuelle des plus petites PME actuelles de l'industrie et de celle des nouvelles entreprises qui seront créées (prévision de 15 d'ici 5 ans), la durée limitée du programme peut s'avérer trop restrictive. À cet effet, il y aurait lieu d'enlever la date butoir prescrite au programme qui est actuellement fixée à la fin de l'année 2002.

RECOMMANDATION 29

Que le Ministère des Finances enlève la date butoir indiquée dans le programme fiscal.

Une mesure élargie supportant les efforts de commercialisation

Une autre caractéristique fort intéressante de la mesure fiscale est à l'effet qu'elle couvre en partie les dépenses salariales des volets commercialisation et production. Rappelons que le volet commercialisation représente une dimension névralgique de l'entreprise de haute technologie de classe mondiale, que reconnaît ce volet de la mesure.

Comme nous l'avons souligné un peu plus haut, la commercialisation est une des dimensions cruciales voir même incontournables pour une entreprise de classe mondiale. La force de vente d'une entreprise de haute technologie se retrouve bien souvent à l'extérieur de la région, voire même du pays, où sont conçues et fabriquées les produits. En conséquence une large partie de la rémunération de cette force de vente, qui très souvent s'effectue dans une autre devise que la devise canadienne, à savoir le dollar américain, se trouve évincée du programme de crédit d'impôt actuellement proposé.

Dans sa forme actuelle, le programme ne couvre pas les dépenses associées au mode de rémunération basée sur le rendement. Incidemment, les primes au rendement et commissions sur ventes, ces dernières étant très largement utilisées dans la fonction vente de l'entreprise, sont entièrement assumées par l'entreprise sans aucune compensation fiscale. Étant donné que la commercialisation se retrouve souvent à l'extérieur de l'environnement géographique immédiat de l'entreprise, et que cette dernière est déterminante dans le succès de l'entreprise, il serait souhaitable de voir s'étendre les avantages fiscaux du régime à l'ensemble des modes de rémunération.

RECOMMANDATION 30

Que le Ministère précise la notion de rémunération dans le cas des dépenses admissibles au volet commercialisation, afin d'inclure les modes de rémunération qui ont cours à cet égard dans l'industrie.

Une mesure appuyant l'industrialisation

C'est au stade de la croissance que les entreprises doivent investir afin de faire croître leurs chiffres d'affaire et leurs profits de façon exponentielle. Pour ce faire, elles doivent faire des investissements majeurs afin d'accroître à la fois leur capacité de production et leur productivité. La région de Québec, a-t-on besoin de le rappeler, est émergente en optique/photonique, on ne peut pas vraiment parler d'une industrie mature où les économies d'échelle sont au rendez-vous. On doit savoir que pour toute industrie, qu'elle soit issue de la haute technologie ou non, les retombées lucratives et économiquement intéressantes à l'échelle macro-économique se font principalement sentir qu'au moment où l'entreprise réalise des profits et qu'une partie de ses profits sont réinvestis dans la R&D (entre 5% et 10% suivant le Conseil de la science et de la technologie) ou encore dans l'amélioration du processus de fabrication et de transformation. C'est là

seulement que l'on peut vraiment affirmer l'industrie a atteint une vitesse croisière. À l'occasion de la demande de création du programme fiscal de la Cité de l'optique faite par Innovatech au ministère des Finances, cette problématique de " sous-industrialisation " fut considérée. Néanmoins, il serait souhaitable lors d'améliorations éventuelles possibles au programme, que l'on considère **d'encore mieux** favoriser l'industrialisation plus avancée de la production et de la commercialisation de masse de l'industrie.

Les recommandations suivantes soulignent deux aspects spécifiques à l'application et à l'usage par l'industrie des programmes fiscaux.

RECOMMANDATION 31

Assurer un niveau élevé de diligence dans le traitement des dossiers du crédit fiscal à l'optique/photonique, pour assurer un remboursement rapide, et pour faciliter, aux entreprises, de meilleures disponibilités de leurs fonds de roulement.

RECOMMANDATION 32

Que l'industrie fasse usage des mesures existantes de congés fiscaux pour la main-d'œuvre de haut niveau provenant de l'extérieur du pays (ex. : chercheurs étrangers spécialisés en optique/photonique).

3.2.5 LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT

La recherche et le développement sont un moteur de la croissance économique. En quantité. Les activités de R&D conduites dans une société constituent une des mesures de son niveau d'innovation, d'ailleurs " les économistes s'entendent pour dire que la recherche scientifique et technologique est primordiale pour assurer la croissance économique. "¹

3.2.5.1 La problématique de la recherche

Définitions

La R&D recouvre trois principaux types d'activités : la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement technologique.

- La **recherche fondamentale** : Il s'agit de travaux théoriques ou expérimentaux menés en vue d'acquies des connaissances nouvelles, mais ne visant aucune destination ou application particulière; ordinairement, son but est d'accroître le savoir.
- La **recherche appliquée** : Ce type de recherche s'effectue dans le cadre d'un objectif pratique précis.
- Le **développement** : Ce sont de travaux systématiques s'appuyant sur des connaissances existantes, et destinés à mettre au point des matériaux, des produits, des processus, des systèmes nouveaux ou à améliorer sensiblement ceux qui existent.²

La **recherche fondamentale** influence grandement l'avenir, même si aux yeux de certains, elle peut paraître improductive à court terme. En effet, il s'agit là de recherche pure n'ayant à priori pas d'objectifs de rentabilité immédiate. Il demeure que c'est ainsi que les technologies les plus novatrices sont apparues, comme ce fut le cas pour l'essor actuel du " DWDM ", en partie le résultat de recherches universitaires récentes en Angleterre. La **recherche appliquée** quant à elle trouve rapidement des applications industrielles. Elle permet d'accroître sensiblement la productivité des entreprises par l'utilisation de nouveaux procédés. Elle entraîne souvent les activités de développement essentiellement effectuées en entreprise, dont le " packaging " de produits et systèmes qui consiste davantage que de simples travaux d'amélioration de l'existant. C'est là que la valeur ajoutée industrielle prend sa pleine dimension.

¹ La R&D : mesure de l'innovation, Les Affaires, édition spéciale, août 1999, page 5.

² Adapté d'après : Les nouvelles frontières de la R&D, Vladimir LOPEZ-BASSOLS, L'observateur de l'OCDE, no 123, août-septembre 1998, p. 17.

La R&D dans la région de Québec

Une des forces économiques de la région de Québec est la présence d'acteurs de grande qualité en matière de R&D en optique/photonique. On y retrouve trois centres de recherche reconnus mondialement, soit le CRDV (Centre de recherches pour la défense Valcartier), le COPL (Centre d'optique, photonique et laser) et l'INO (Institut national d'optique). De plus, créé en mai 1999, l'Institut canadien pour les innovations en photonique (ICIP) est venu appuyer les activités de recherche de la région. Dans les entreprises, s'ajoutent à ceux-ci de nombreux noyaux de compétences hautement qualifiées en développement technologique de produits et systèmes.

D'autre part, des projets d'envergure³ ont vu le jour tel que le projet " Synapse ", projet initié par l'INO et le COPL, qui permettra de réaliser un banc d'essai de réseaux de communications optiques multi-longueurs d'onde à haut débit. La mission de " Synapse vise à stimuler et accélérer le développement des applications et technologies novatrices qui permettront d'exploiter les futurs réseaux de communication à très haut débit par le biais d'un consortium de R&D incluant l'industrie, les gouvernements et les universités. "

Globalement, la région compte près de 500 personnes employées en R&D. Comparativement à d'autres régions dans le monde, il s'agit d'une masse critique majeure. Les compétences spécifiques et complémentaires des acteurs régionaux constituent un atout indéniable dans certains domaines technologiques comme le laser, la vision et l'imagerie, les communications optiques, LIDAR, etc. Il s'agit donc d'un atout régional dépassant le cadre strict de l'industrie de l'optique/photonique, à consolider, voire à dynamiser.

Comme souligné dans une étude du GATIQ⁴, dans la région de Québec, " la croissance marquée de la recherche et développement a eu un effet d'entraînement qui a donné lieu à la création de plusieurs entreprises tout en permettant de placer sur la voie de l'innovation des entreprises déjà existantes. " Ce même rapport souligne que " La région de Québec ne possède aucune grande entreprise internationale active en recherche et développement. Il s'agit d'un sérieux handicap qui nous prive de l'effet catalyseur de telles sociétés. Il nous est possible, néanmoins, de parvenir à une certaine masse critique d'entreprises, d'expertises et de compétences, capables d'exercer une certaine force d'attraction. Il faut choisir dans quel domaine il nous est plus avantageux de faire porter nos efforts de R&D et s'assurer qu'ils trouvent leur plus-value dans les exportations de nos entreprises. "⁵

Ces observations démontrent qu'il est opportun de mettre en place une stratégie de développement du tissu industriel en matière de R&D à l'échelle de la grande région de Québec, et que, compte tenu de l'effervescence actuelle du domaine optique/photonique, l'économie régionale aurait avantage à y soutenir une initiative d'ensemble en recherche et développement.

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Consolider et dynamiser davantage les activités régionales de R&D en optique/photonique sur la base des éléments suivants :

- Renforcer les activités de R&D, particulièrement de type " packaging ", de produits et de services, au sein des entreprises.
- Favoriser les interactions de recherche entre les différents acteurs régionaux, particulièrement en ce qui a trait aux liens de collaboration entre les entreprises et les centres de recherche.
- Favoriser et accroître les transferts de technologies des différents centres vers l'industrie, afin de multiplier le nombre de nouvelles entreprises créées.
- Intensifier les activités de recherche fondamentale en optique/photonique.
- Soutenir la croissance des activités des centres de recherche par l'octroi de ressources appropriées.

Le soutien public à la R&D en entreprise

Comme la R&D est un des facteurs clés de succès en nouvelle économie, les gouvernements ont mis en place des mesures incitatives efficaces et appropriées pour la soutenir. D'ailleurs, la plupart des entreprises en haute technologie font largement appel au financement de leur R&D par les mesures fiscales existantes. C'est le cas des entreprises de la région œuvrant en optique/photonique.

³ Voir annexe 5 : " Des projets d'envergure "

⁴ Rapport du groupe de travail sur les mécanismes de support à l'émergence d'entreprises de haute technologie, Québec, édition révisée le 16 février 99, GATIQ, page 20.

⁵ Idem, page 28 .

Comme le mentionne le Conseil de la science et de la technologie du Québec, " une entreprise innovante investit dans la recherche et le développement " entre 5% et 20% de son chiffre d'affaires et parfois même jusqu'à 50% pour les entreprises de haute technologie en démarrage.⁶

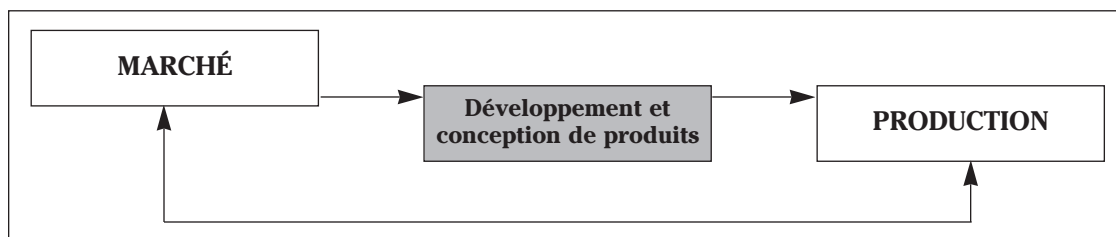
Le transfert technologique

" Le transfert de technologie est l'ensemble des informations et des connaissances qui permettent de mener avec succès une activité industrielle ou commerciale. La définition n'inclut pas la vente ou la mise en marché de produits ou services. "⁷

Faraj NAKHLEH, 1997

Face aux changements imposés par l'innovation et la compétition globalisée, la fonction centrale de production est de plus en plus reliée aux nécessités de " concevoir " et de " commercialiser " en fonction du marché comme l'illustre le Graphique 1-19. Le marché dicte de plus en plus en recherche les approches stratégiques de recherche selon une " logique inversée ". Ici apparaît alors l'importance du transfert de technologie qui, lorsque la technologie correspond aux besoins et attentes des marchés, crée des avantages concurrentiels aux entreprises qui en bénéficient : " Le transfert technologique, comparativement au développement interne, offre de multiples avenues pour accélérer le processus de construction et de valorisation de la ressource précieuse que constitue la technologie. "⁸

Graphique 1-20 Interrelation entre le marché et la production



Il existe différentes formes de transfert de technologie dépendant des priorités, choix et objectifs des intervenants. Le plus souvent, aux commentaires de ceux de l'industrie de la région qui sont concernés, la formule la plus adoptée est l'octroi de " licences ". Ainsi les trois centres de recherche qui font des transferts, après examen avec l'entreprise intéressée par la technologie en cause, accordent une licence. Par l'octroi de licence, celui qui transfère cède à l'entreprise qui reçoit la technologie, contre paiement de redevances, des droits de fabrication et/ou de commercialisation d'un produit pour un territoire déterminé. Le centre conserve tout de même l'entière propriété intellectuelle de la technologie.

Une meilleure interaction entre les trois centres de recherche et les entreprises de la région est en mesure de favoriser un plus fort développement industriel de même que la création d'entreprises surtout par un accroissement de transferts de technologie. Il s'agit de la finalité essentielle du projet de la Cité, donc celle de l'addition d'emplois. Par les nombreux et divers modes de transferts de technologie vers les entreprises, le CRDV et l'INO sont aujourd'hui les plus actifs en la matière. Le COPL devrait, à l'avenir, y porter plus d'attention, possiblement en collaboration avec le BVAR. L'essaimage technologique doit devenir un élément moteur des missions de chacun des centres de recherche de la région.

RECOMMANDATION 33

Afin d'augmenter le nombre d'entreprises, les centres de recherche sont invités à inscrire dans leur mission, l'objectif de favoriser les transferts de technologies vers l'industrie, et de mettre en place des processus d'incubation/mentorat de nouvelles entreprises.

⁶ **Tout commence par l'innovation**, Claude DEMERS, Les Affaires, août 1999, page 7.

⁷ **Exporter notre technologie : protection et transferts internationaux des innovations**, Faraj NAKHLEH, Université Laval, mars 1997.

⁸ **Négocier et conclure un transfert de technologie**, Isabelle DESCHAMP, Inno-Centre, mars 1997.

RECOMMANDATION 34

Au sein de la région et des autres régions du Québec, que les trois centres régionaux de recherche renforcent leurs échanges technologiques avec les entreprises du domaine, ainsi qu'avec des entreprises et des centres de recherche industriels provenant d'autres secteurs d'affaires, afin d'augmenter les applications de produits et de services en optique/photonique.

La recherche fondamentale

Force est de constater que, dans l'ordre des priorités de financement et de gestion stratégique de la R&D, la recherche appliquée passe souvent devant la recherche fondamentale. La recherche appliquée fournit des résultats **à court terme**, plus rapides et plus rentables. On observe donc que de plus en plus les centres de recherche concentrent davantage d'efforts à la recherche appliquée au détriment de la recherche fondamentale. Fort heureusement, une tendance à la hausse des investissements en recherche fondamentale a été observée depuis peu. De nombreuses coupures des budgets publics furent appliquées au début des années 90, mais il semble que le gouvernement ait récemment pris conscience de l'importance de la recherche fondamentale.

La recherche fondamentale, même si elle peut paraître abstraite ou souvent paraître se réaliser au sein de "tours d'ivoire universitaires", est garante de l'avenir technologique et industriel. Surtout, comme mentionné plus haut dans ce rapport, que la science et le génie fondamental en optique/photonique émergente (physique, mathématiques, nouveaux matériaux, etc.), plus que dans maints autres domaines, sont porteurs d'innovations continues et rapidement appliquées. En la négligeant, il y a lieu de craindre une pénurie de technologies et savoirs novateurs dans quelques années. Parfois, trois années sont nécessaires pour que des travaux de recherche de base trouvent une application industrielle.

Dans l'ensemble, l'industrie optique/photonique de la région de Québec a fait siennes les recommandations du Conseil de la science et de la technologie du Québec visant à rapprocher les activités de recherche du marché et d'adopter une approche non linéaire en cette matière. Cependant, plusieurs acteurs de la région actifs en recherche fondamentale dans le domaine de l'optique/photonique ont souligné que le balancier allait trop loin dans le sens de la recherche appliquée. Pour ceux-ci, il importe que recherche fondamentale en optique/photonique ne soit pas réduite à une portion congrue au sein du présent système.

3.2.5.2 Les acteurs en R&D de la région

En référence et complément aux présentations générales de chacun des centres de recherche de la région, contenues dans le profil de la section 1.4 précédente, la sous-section suivante se concentre sur leur volet d'activités spécifiques, la recherche et développement.

A) LE COPL

La principale activité du COPL est bien sûr la formation et le développement de connaissances, mais ce centre offre également aux entreprises de la région une expertise avant-gardiste et la possibilité de réaliser de la recherche conjointe ou des locations d'équipement (ex : disponibilité de salle blanche, instrumentation de première gamme, etc.).

Les secteurs de compétence du COPL sont :

Lasers

- Lasers à l'état solide
- Lasers à semi-conducteur
- Optimisation
- Résonateurs à miroirs spéciaux
- Impulsions laser ultra-brèves
- Sources lasers à fréquence stabilisée

Science de l'image

- Miroir liquide
- Optique diffractive
- Holographie
- Réseaux de neurones
- Mémoires optiques
- Traitement optique de l'information

Communications optiques

- Commutation optique
- Composants photoniques
- Multiplexage en longueur d'onde
- Communications optiques cohérentes
- Communication optique CDMA
- Composants à fibres optiques passifs et actifs
- Propagation solitonique

Interaction matière-rayonnement

- Processus multiphotoniques
- Effet tunnel optique
- Matériaux non linéaires
- Mélange d'ondes

Métrie

- Spectromètres par transformée Fourier
- Étalon de fréquence optique

Bon nombre de recherches effectuées à l'intérieur du COPL se dirigent vers une applicabilité commerciale comme le démontre l'énumération⁹ suivante, partielle et à valeur indicative, relative à certains travaux de chercheurs, en cours dans le cadre du COPL :

- Le projet dirigé par le Dr Michel TÊTU nommé DiCoS (Digital Control System) est en élaboration avec le Dr Jean-François Cliche. Ce projet est une méthode révolutionnaire de contrôle et de régulation de sources lasers appliquées principalement aux télécommunications optiques et à la métrologie. Ce projet est breveté et est dans une phase de valorisation. La Société Innovatech de la région de Québec participe à son financement.
- Le Dr Ermanno FRANCO BORRA, chercheur renommé dans la technologie des miroirs liquides, a déposé un brevet conjointement avec l'INO sur un scanner 3D utilisant un miroir liquide comme objectif. Ce projet très innovateur sera bientôt disponible pour être commercialisé.
- La pionnière du CDMA (" Code Division Multiple Access ") appliqué au réseau photonique, le Dr Leslie-Ann RUSCH, travaille sur un projet avec un réel potentiel commercial. Ce projet de multiplexage par code est mené conjointement avec Habib FATHALLAH étudiant au doctorat. Le projet d'un système de communication optique à accès multiple par division de code et par saut rapide de fréquence (" Fast Frequency Hopped Code Division Multiple Access -FFH-CDMA ") est en instance de brevet et s'apprête à entrer dans une phase de valorisation.
- Le projet sur les réseaux apodisants du Dr Nathalie McCARATHY mené conjointement avec un étudiant, Jean-François LEPAGE, possède lui aussi un potentiel certain. Ce projet porte sur les réseaux holographiques apodisants (à réflectivité profilée) pour le contrôle des lasers ainsi que leur opération à deux longueurs d'ondes.
- Le Dr Tigran GALSTYAN s'apprête à breveter trois découvertes se rapportant à des nouveaux matériaux sensibles en infrarouge, un nouveau concept de fabrication des réseaux de diffraction ainsi qu'un isolateur optique non linéaire sans effet de Faraday.

Le COPL, en tant que centre de recherche universitaire, se consacre à la recherche scientifique qui est potentiellement la source des développements les plus fondamentaux, mais aussi à la recherche déjà proche des applications de l'industrie. Le LROL avait entre autre permis la naissance de l'entreprise HoloSpectra au début des années 1980 (devenue Lasiris), où les entrepreneurs avaient pu mettre en application un savoir issu du laboratoire, pour ensuite l'adapter au marché et le commercialiser.

De nombreux contrats sont réalisés avec l'industrie par le COPL, soit dans la région ou à l'extérieur (Montréal, Ottawa, États-Unis, etc.) : par exemple, avec EXFO, Bomem, Québec-Téléphone, Bell Canada, JDS Fitel, Lucent, Nortel Networks, Martin Marietta, etc.

B) LE CRDV

*" En plus de collaborer avec des universités et des instituts de recherche du monde entier, le **CRDV multiplie les occasions d'affaires pour les entreprises désireuses de s'associer à ses travaux de recherche et développement.** Le potentiel économique important découlant des résultats de ses activités bénéficie à l'industrie grâce à des mécanismes de **trans-***

⁹ Extrait de **Inventaire des technologies photoniques dans la région de Québec et besoins de capitaux**, septembre 1999, Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches. (Voir les annexes de cette section.)

fert technologique et de propriété intellectuelle. Grâce au partage des connaissances, des installations et des coûts, les collaborateurs profitent des ressources souvent uniques et ils ont ainsi la chance de renforcer leur compétitivité sur les scènes nationale et internationale. ¹⁰

Le CRDV ouvre largement ses différents services professionnels aux entreprises œuvrant dans le domaine de l'électro-optique. (Voir les annexes de cette section.) D'après la direction du CRDV, environ 60% à 70% des technologies militaires sont susceptibles de générer des applications civiles. D'ailleurs, aujourd'hui comme hier, le CRDV constitue un atout indéniable pour l'économie de la région, en particulier pour l'industrie de l'optique/photonique.

Le CRDV encourage les transferts de technologie vers l'industrie, comme très récemment avec Lyre Défense Aérospatiale¹¹ (une division de Technologies Lyre Inc.). En cette matière, le CRDV procède en octroyant des licences (de production et/ou de commercialisation) d'exploitation moyennant redevances et établit des clauses en accord avec le receveur, tout en conservant la propriété intellectuelle de la technologie.

En 1998, le CRDV a accordé des contrats de recherche totalisant 7 millions de dollars dans l'ensemble du Canada, soit à des entreprises, à des centres de recherche (ex : INO) ou à des universités. En plus, il collabore avec les milieux universitaires et de recherche à l'échelon mondial. Il fournit des occasions d'affaires pour toute entreprise voulant s'associer à ses activités de R&D. Il agit au sein d'un réseau mondial étendu de collaborateurs en recherche, dont le potentiel économique est important et peut bénéficier l'industrie, notamment par l'entremise de transferts technologiques et une volonté concrète d'ouvrir ses installations spécialisées aux jeunes entrepreneurs de la région qui se lancent en affaires.

Les principaux mécanismes¹² de collaboration que le CRDV met de l'avant sont les suivants :

- Réaliser des travaux de R&D à frais partagés avec des collaborateurs poursuivant des objectifs de recherche, du domaine militaire ou civil, complémentaires aux siens.
- Mettre son équipe de chercheurs à la disposition de collaborateurs à la recherche de prestations de services précis en R&D.
- Rendre disponible ses infrastructures de R&D auprès de collaborateurs externes intéressés (entreprises, chercheurs, etc.) moyennant recouvrement des coûts.
- Donner des contrats à l'industrie et favoriser les transferts de technologie vers l'industrie.
- Par son Centre d'ingénierie et d'évaluation en électro-optique (CIEE), il procure aux forces canadiennes et à ses fournisseurs une expertise de pointe et indépendante. On y effectue les tests d'évaluation du matériel, de composants et de systèmes électro-optiques.
- Participer à un réseau national et international au bénéfice des entreprises de la région, pouvant leurs permettre de s'associer à de grandes entreprises (donneurs d'ordres) d'ici et d'ailleurs.

Les compétences de base du CRDV sont les suivantes (voir les annexes à la fin de cette section) :

- Composants
- Capteurs
- Traitement de l'image / signal
- Modélisation
- Phénoménologie
- Systèmes

¹⁰ http://www.drev.dnd.ca/announce2_f.html

¹¹ http://www.drev.dnd.ca/high10_f.html

¹² Idem

Les services offerts en électro-optique sont la recherche, le développement et prototypage, les essais (CIEE) et les transferts de technologies. Le potentiel de transferts est important puisque le CRDV intègre le mécanisme de transfert à tout projet de recherche, et ce, dès le début. Voici à titre d'exemple des projets¹³ susceptibles d'être transférés :

1. un système d'imagerie active aéroporté qui sert également à la télémétrie en conditions atmosphériques extrêmes. La caméra laser active à crénelage en distance dépasse largement les capacités actuelles de l'équipement de recherche et de surveillance;
2. un détecteur à supraconducteurs haute température (BiPbSrCaCuO). Un détecteur à thermopile constitué de ce matériau pourra bientôt être commercialisé;
3. un imageur thermique à base de matrices de détecteurs bolométriques au dioxyde de vanadium (VO₂) de grandes dimensions (640 X 480 pixels) pour systèmes d'imagerie infrarouge non refroidis est en cours de développement;
4. le projet d'œil infrarouge aéroporté pour la de recherche et sauvetage est constitué de deux champs de vision superposés permettant d'examiner à haute résolution les objets d'intérêt et au même moment une image grand angle à haute sensibilité et à basse résolution;
5. le CATSI un interféromètre (à double faisceau) de sondage atmosphérique compact servant à la télémétrie des paramètres atmosphériques vient d'être complété.

C) L'INO

Corporation privée à but non-lucratif, l'INO est une organisation nationale de recherche, au sens québécois et canadien du terme, et non un organisme régional aux buts, objectifs et activités limités à la seule région de Québec. Rappelons la mission de l'INO : " Être chef de file international de la recherche et du développement en optique et en photonique de façon à favoriser l'essor économique du pays en assistant les entreprises dans leurs efforts en vue d'améliorer leur compétitivité. "

L'INO offre des services de R&D complets et intégrés en optique/photonique dans plus de quarante secteurs technologiques¹⁴. Il développe une variété de produits et de systèmes pour diverses applications telles que : le contrôle de qualité, le contrôle des procédés industriels, les dispositifs de détection, la télésurveillance, les diagnostics médicaux, les télécommunications, la reconnaissance de formes et d'objets, l'inspection et l'analyse (voir annexe 3 : Services de R&D offerts par l'INO).

Les activités de R&D de l'INO se regroupent au sein des quatre grandes spécialités suivantes :

- " Systèmes optiques et numériques
- Technologies des systèmes laser
- Matériaux et procédés photoniques
- Photonique et optique guidée. "¹⁵

Le succès de la recherche de l'INO se mesure davantage dans les produits, procédés et applications industrielles, que dans les secteurs porteurs principaux des marchés globaux de l'optique/photonique que sont les TIC et le divertissement (voir la section 1.2). Les services de R&D offerts par l'INO concernent les principales technologies qui suivent :

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| • Optique diffractive | • Conception de systèmes laser |
| • Micro-fabrication | • Détection active |
| • Micro-dispositifs | • Optique industrielle |
| • Couches minces | • Ingénierie optique |
| • Fibres optiques spéciales | • Traitement optique |
| • Communications optiques | • Traitement numérique |
| • Optique intégrée | |

¹³ Extrait de **Inventaire des technologies photoniques...** voir la note 9 précédente.

¹⁴ <http://www.ino.qc.ca/fr/r&d/main.html>

¹⁵ <http://www.ino.qc.ca>

Impact industriel direct et indirect de l'INO

Sans contredit, l'INO est une pièce maîtresse de l'excellence régionale en recherche en optique/photonique. Il possède un palmarès enviable de performances : plus de 1 000 contrats réalisés, de 2 à 5 transferts technologiques vers l'industrie par année, 11 entreprises de la région dont les dirigeants furent un jour ou l'autre à l'emploi de l'Institut. Sa renommée dépasse les frontières de la région. À tel point que son modèle est repris dans la région de Tucson en Arizona, sur la base de fonds du gouvernement fédéral américain.

En fonction de sa mission de soutien aux économies québécoise et canadienne, l'INO génère un impact stratégique pour sa clientèle d'entreprises et d'organismes : notamment, le développement de nouveaux produits et procédés, en majeure partie exportée, et, par effet induit, la création de nombre d'emplois chez ses clients. De plus, grâce à l'Institut, ceux-ci ont accès à une expertise de haut niveau de savoir stratégique en optique/photonique.

De plus, son existence a induit, directement ou indirectement, la création de plusieurs des entreprises de la région. Dans les dix dernières années, onze entreprises ont été créées par d'ex-employés de l'Institut dont, pour en fournir quelques exemples, Nortech Fibronic (1989), Fiso Technologies (1994), Optiwave Corp (1994), P&P Optica (1995) et CorActive (1998). La plupart de celles-ci sont installées dans la région.

À la lumière de ce bref tour d'horizon factuel, **il est reconnu que l'INO remplit avec succès le volet de sa mission " d'assistance économique "**. À cet égard, l'Institut a fait l'objet de plusieurs évaluations indépendantes auprès de ses clients depuis sa création¹⁶. Il ressort de ces évaluations objectives une **grande** satisfaction de sa clientèle nationale. Pourtant, les rencontres au sein de l'industrie de la région montrent l'existence d'un certain " malaise " relativement à la réalisation de ce rôle, notamment en matière de concurrence. Dans l'ensemble, il semble qu'il s'agisse davantage d'un **effet de perception** ou de " jugement " que d'une situation démontrée de façon probante. Effet du succès indéniable et reconnu de l'INO ? Effet de proximité ? Effet d'attentes hors du champ de la mission de l'Institut ? L'INO se doit de dissiper ces " perceptions " qui sont une réalité indéniable. D'un point de vue d'ensemble, au niveau de l'industrie, " **MINEURES** ", elles pourraient s'amplifier et miner insidieusement sa crédibilité auprès des décideurs, voire, d'une partie de sa clientèle. Paradoxalement, **TOUS LES INTERVENANTS FONT, PAR AILLEURS, CONSENSUS SUR LE SUCCÈS MAJEUR DE CE MODÈLE UNIQUE DE CENTRE DE RECHERCHE ET L'IMPORTANCE DÉCISIVE DE L'INO POUR LA RÉGION.**

Revenus et pratiques d'affaires

En 1998, les revenus externes de l'INO totalisaient 11,6 millions de dollars sur un budget annuel de 19 millions. Ces revenus externes en forte croissance (14 millions de dollars de prévus pour l'exercice 1999-2000) résultent de contrats de recherche (**plus de 1000** depuis sa création), d'activités de prototypage et de ventes de produits. À cet égard, à ses débuts, l'INO était financé en grande partie par les gouvernements. Mais, afin d'assurer la survie¹⁷ de l'Institut (face à la diminution relative des apports financiers gouvernementaux québécois et canadiens, aujourd'hui totalisant 25 %), ces dernières années, la direction a fait en sorte de **se rapprocher davantage des besoins des industries desservies pour assurer la croissance de ses revenus externes**. Donc, actuellement, l'INO s'autofinance à 75 %. Rappelons que le financement gouvernemental de l'INO n'est pas du type " subvention " comme pour les hôpitaux ou les universités. Il procède sur la base d'un " contrat " de financement triennal établi avec les deux gouvernements suite à la présentation et à l'approbation d'un plan d'affaires portant sur un programme de recherche interne applicable en deux ou trois ans, sous la gouverne d'un comité consultatif en R&D constitué de représentants de l'industrie et de centres de recherche.

Il reste que, lors de rencontres individuelles, nombre d'intervenants industriels en optique/photonique de la région ont affirmé que ce " rapprochement " irait trop loin. Selon eux, il menacerait le volet de sa mission " d'assistance aux entreprises dans leur effort en vue d'améliorer leur compétitivité ", donc son soutien à l'industrie optique/photonique, notamment en ce qui concerne le transfert technologique. Plus encore pour certains, en n'assurant pas le renouvellement de son réservoir de technologies de base et en prenant un recul relatif dans certains secteurs technologiques de pointe, l'Institut minerait graduellement, ses capacités de recherche **à long terme**. À cet égard, l'INO n'a pas pour but de réaliser de la recherche fondamentale au sens strict (plus du ressort du COPL), mais de la recherche **pré-compétitive** dont les applications se doivent d'être concrétisées dans les deux ou trois ans qui suivent.

¹⁶ Parmi ces études : **Évaluation de l'Institut national de l'optique**, Groupe SECOR, 1994 (Analyse commanditée par les gouvernements du Canada et du Québec); **Étude de retombées économiques**, (qui a reposé sur sondage effectué chez ses clients), Price Waterhouse, 1997.

¹⁷ En 1995, l'INO a connu une sévère crise de financement : les contributions des deux paliers de gouvernement s'étant fait attendre durant plusieurs mois. Plusieurs de ses chercheurs l'ont alors quitté.



Ajoutons que, significatif du succès de ce rapprochement, l'INO connaît actuellement une expansion démontrée par la construction majeure de nouvelles installations adjacentes à ses locaux.

Transferts technologiques

L'INO effectue en moyenne, de diverses natures, de 2 à 5 transferts de technologie par année. Chaque cas de transfert est particulier et fait l'objet d'une évaluation spécifique. Dans certains cas, le transfert se fait de manière conjointe avec l'entreprise. Le développement appliqué de la technologie est alors effectué en commun avec celle-ci en fonction de ses besoins sur une base contractuelle. Dans d'autres cas, lorsque les technologies concernées résultent de ses propres activités, l'INO les propose à l'ensemble de l'industrie pour qu'une entreprise en fasse l'acquisition. En l'occurrence, l'évaluation du receveur du transfert s'effectue à partir d'une grille de critères de sélection et de décision. Une fois le processus d'expertise complété, l'INO accorde une licence de production et/ou de commercialisation en échange de redevances. Notons que, lorsqu'il s'agit de technologies mises au point en propre par l'INO, les transferts se font habituellement vers l'industrie optique/photonique. Toutefois, lorsqu'il s'agit de développement technologique conjoint avec une entreprise, celle-ci peut provenir d'un autre domaine d'activités (ex : forêt, métallurgie, transport etc.).

Les équipes de l'INO travaillent continuellement sur différents projets de recherche, soit sur commande ou dans le cadre d'activités internes. Les nouvelles technologies qui en résultent sont rendues disponibles à des transferts de technologie vers l'industrie du pays et de la région. Par année, l'INO effectue une moyenne de deux transferts majeurs. Suit une liste¹⁸ d'activités ou produits pouvant être aptes à un transfert technologique :

1. un corrélateur optique conçu pour de multiples tâches de vision artificielle telles que la reconnaissance des formes, l'identification, le contrôle de la qualité, la poursuite, l'extraction de caractéristiques primitives et le décompte d'objet;
2. les équipes de l'INO ont développé un système de surveillance automatisée de la circulation routière. Ce système permet, la détection automatique d'incidents (ralentissements, congestion, véhicules arrêtés) à une cadence de 4 trames à la seconde;
3. un nouvel amplificateur à fibre qui permettra de doubler la capacité de transmission des liens de communication optique par l'élargissement de la bande passante (de 1525 à 1610 nm) tout en conservant un gain de 30 dB;
4. des lasers à fibre, dopée à l'Erbium, de type laser impulsionnel fondé sur une méthode révolutionnaire de production d'impulsions courtes et intenses à une longueur d'onde d'émission (entre 1520 nm et 1565 nm) sans danger pour l'œil;
5. des lasers à fibre dans la zone bleue, 600 nm;
6. des barrettes de lasers pour illuminateur;
7. une nouvelle fibre optique fluorée multimode avec une résistance mécanique améliorée ainsi qu'un nouveau procédé pour coupler les fibres de fluor et les fibres de silice et pour arrimer les fibres avec des diodes laser à haute efficacité;
8. des bolomètres spécifiques qui réagissent aux lasers;
9. un procédé de fabrication de fibres optiques dénommé projet Alpha.

D) L'ICIP

L'Institut canadien pour les innovations en photonique a vu le jour suite à un concours du programme des RCE (Réseau des centres d'excellence) à l'échelle nationale en 1998. (Voir les annexes de cette section.) Cet institut regroupe des chercheurs et ses activités seront coordonnées par une équipe disposant d'un budget annuel de 400 000\$. La tête de pont de l'ICIP est installée à l'Université Laval en réponse au dynamisme de la région de Québec en R&D et en formation en photonique. La coordination des activités scientifiques de l'ICIP est menée par Michel TÊTU de l'Université Laval et de William van WIJNGAARDEN de l'Université de York de la région de Toronto.

L'ICIP renforce la dynamique de la région de Québec en optique/photonique et lui assure une visibilité mondiale : " L'ICIP est un réseau pancanadien qui rassemble les talents d'environ une centaine des meilleurs chercheurs canadiens provenant de 40 compagnies, de 19 universités, d'une douzaine de centres de recherche gouvernementaux. Ce groupe

¹⁸ Extrait de *Inventaire des technologies photoniques...* voir la note 9 précédente.

de chercheurs multidisciplinaires inclut entre autres des ingénieurs et des physiciens, des chimistes, des informaticiens et des chercheurs biomédicaux. ¹⁹

Les objectifs de l'ICIP

- " Développer un réseau national de recherche en photonique au Canada.
- Accroître la qualité de la recherche effectuée au Canada dans ce domaine.
- Former plus de 1000 personnes par année additionnelles dans le domaine de la photonique.
- Accélérer les transferts de technologie des universités vers les industries canadiennes.
- Appliquer la photonique pour atteindre les objectifs sociaux de réduire les maladies et de prévenir la dégradation de l'environnement. ²⁰

En plus de ce qui précède " L'ICIP a des objectifs particuliers en ce qui concerne le développement d'entreprises et l'exploitation de technologies, soit :

- Accélérer les transferts de technologie vers l'industrie, en créant des liens université-industrie.
- Orienter la recherche de techniques et procédés commercialisables.
- Encourager la création d'entreprises à partir des recherches en photonique.
- Créer des instruments de soutien aux recherches réalisées dans les entreprises.
- Maximiser le potentiel de recherche photonique au Canada en établissant des liens entre l'entrepreneuriat, l'économie et les affaires internationales. ²¹

E) LES ENTREPRISES

Le pourcentage de dépenses de R&D des entreprises de la région va de 4 % du chiffre d'affaires à plus de 10 %, selon le type d'activités de l'entreprise et/ou de son stade de développement. La recherche se fait soit à l'interne, soit dans les centres de recherche et de développement de la région (CRDV, COPL et INO) ou, encore, dans des centres de recherche à l'étranger.

Une étude, réalisée par Samson Bélair Deloitte & Touche en 1997, conclut que les " entreprises œuvrant en haute technologie qui se consacrent en partie à la recherche et au développement sont financées de façon directe à plus de 28% par les gouvernements ". Les récentes bonifications apportées aux crédits d'impôts provinciaux augmentent encore ce pourcentage. ²²

Le Conseil de la science et de la technologie du Québec souligne que les mesures gouvernementales fiscales et financières en faveur de la R&D, constituent la majeure partie de l'aide publique totale apportée aux entreprises. Les entreprises de l'industrie, **satisfaites des mesures d'aides publiques en R&D, affirment la nécessité de les maintenir pour assurer leur survie dans le contexte mondial très concurrentiel de la nouvelle économie où l'innovation est un facteur clé de succès.**

3.2.5.3 Les actions à entreprendre en R&D

A) AMÉLIORATION DES INTERACTIONS ENTRE LES DIFFÉRENTS ACTEURS

Dans une perspective d'innovation stratégique dans la région, un objectif capital en R&D réside dans l'amélioration des interactions entre les différents acteurs, d'une part, entre les centres de recherche eux-mêmes, et d'autre part, les centres de recherche et les entreprises. Il s'agit de faire passer à un niveau supérieur cet atout mondial. Plus pré-

¹⁹ ICIP, 1999

²⁰ <http://www.gel.ulaval.ca/cipi>

²¹ <http://www.gel.ulaval.ca/cipi>, traduction de " **Business development and technology exploitation objectives** " : " 1. Accelerate the transfer of research to the marketplace by linking photonics research with industry, 2. Focus research on marketable devices and processes, 3. Encourage the development of spin-off companies from photonics research, 4. Create effective instruments that support business related research, e.g. the Patent Facilitation Fund, 5. Maximise the potential of photonics research in Canada by providing linkages to related research specializations in economics, entrepreneurship and international business. "

²² Analyse comparative du soutien gouvernemental, INO, 1999.

cisément, il importe de replacer industriellement la région dans les courants de fond des marchés globaux de l'optique/photonique que sont les TIC. Pour ce faire, le développement de partenariats stratégiques entre les acteurs doit se faire sur la base de projets de R&D d'avenir tel que pourrait les induire le plan de formation et de R&D proposé précédemment dans le second volet du plan de la FSG. En ce sens le modèle de l'ICIP peut servir d'inspiration. Autour de technologies prometteuses, il est possible, et vérifié en cours d'élaboration de ce travail, de regrouper, sur une base de projets " ad hoc ", des compétences de pointes inter-organisations. De plus, principalement par le Centre d'affaires en ligne, il y a un intérêt à proposer, à l'échelle mondiale, des offres commerciales ciblées en R&D dans certaines disciplines et secteurs d'excellence régionaux, de manière à générer des contrats de recherche profitables. Ce faisant, on peut présumer que cela contribuera à attirer dans la région des établissements spécialisés de l'étranger, désireux de se rapprocher du fort noyau existant de R&D à Québec.

Comité restreint de R&D dans le cadre de l'OPTOpole

Pour donner une suite d'ensemble aux considérations précédentes, principalement en ce qui concerne la coordination et la mise en synergie de l'importante force régionale de Québec en recherche. L'équipe de travail a effectué un exercice avec les représentants des trois centres de recherche (CRDV, INO, COPL) qui avait pour but de s'interroger sur deux objectifs :

- La coordination régionale permettant une synergie des compétences spécifiques des centres,
- Sur la base d'un regroupement : considérer de faire une offre commune pour offrir des contrats de recherche dans des secteurs d'excellence mondiale.

Cet exercice ayant pour but de vérifier l'hypothèse précédente, deux des trois centres l'ont validée. Ils ont affirmé l'**existence de plusieurs compétences complémentaires** qu'il y aurait avantage de développer sous forme de **projets** concrets de recherche. Ces secteurs de compétences pourraient faire l'objet d'une offre commerciale ciblée, par le biais du centre d'affaires en ligne (" e-business ") auprès de l'industrie mondiale. Le lieu de convergence mentionné le plus approprié pour coordonner une telle activité serait l'INO, étant donné sa mission de soutien à l'industrie. Lors de l'exercice, quatre exemples de compétences ont été désignés :

- le laser,
- la vision (imagerie),
- le LIDAR
- les communications optiques.

RECOMMANDATION 35

En vue de diversifier et d'accroître les activités et les secteurs industriels d'excellence de la région en optique/photonique, établir, dans le cadre de la Cité, des liens de coopération; principalement entre les trois centres de recherche régionaux, sur la base de projets de recherche d'envergure mondiale, orientés vers le développement de technologies clés, notamment en TIC, à partir non seulement des meilleures compétences de l'industrie, mais avec les autres compétences de pointe existantes dans les autres pôles technologiques, et dont le leadership de gestion de projet devra être assumé par celui qui détient l'expertise principale (ex : nano-structures, nouveaux matériaux, composants MEMS, etc.).

RECOMMANDATION 36

Afin de dynamiser encore plus le potentiel de recherche de la région et les revenus des centres de recherche, mettre en place des offres commerciales communes, ciblées sur des secteurs régionaux d'excellence mondiale en R&D de la région, s'adressant aux marchés mondiaux par l'entremise du Centre d'affaires en ligne projeté, (ex. laser, vision et imagerie, LIDAR, communications optiques, etc.).

B) LE CENTRE DE RECHERCHES DE LA DÉFENSE DE VALCARTIER (CRDV)

Le CRDV est le deuxième plus gros centre de recherche au Québec, toutes catégories confondues. À titre de foyer historique d'émergence de l'industrie dans la région, il détient une longue tradition et une forte réputation d'excellence en

optique/photonique. Par son appartenance aux instances fédérales, lesquelles ont maintes fois prouvé leur résolution à participer concrètement au développement économique de la région, en particulier à celui de l'optique/photonique. Le CRDV est en mesure de **jouer un rôle de levier et d'interface auprès de certaines de ces instances**. Ce rôle peut dépasser le seul volet de la recherche afin d'épauler le développement des entreprises et des centres de formation.

Les applications du secteur de la défense en optique/photonique représentent toujours un énorme marché et applicables aux besoins civils. En R&D, le CRDV est un donneur d'ordres régional incontournable. Il dispose de budgets importants pour la réalisation de travaux à l'externe. Tenant compte du caractère multidisciplinaire de ses recherches, les entreprises, les autres centres de recherche et les centres de formation de la région de Québec sont en mesure d'en profiter. Plus encore, le CRDV, l'économie de la région et l'industrie de l'optique/photonique, rappelons le, par ses relations au sein d'un vaste réseau national et international de R&D en défense, peut générer des retombées industrielles significatives en termes de contrats.

Enfin, en se transformant en une agence fédérale, le CRDV disposera de plus de flexibilité pour interagir avec ses partenaires, effectuer des transferts technologiques, etc. Il existe déjà une première organisation qui agit dans ce sens. Au sein la Cité, l'interaction avec les ressources du gouvernement fédéral et toute stratégie de concertation régionale en R&D ne peuvent qu'être renforcées par la détermination manifestée par le CRDV de jouer un rôle moteur de développement industriel régional en optique/photonique, dans le cadre de sa mission et de ses ressources.

Récemment, un virage a été amorcé afin de développer les liens avec l'industrie, le CRDV offre différents services. Cependant, l'industrie aurait intérêt à se familiariser davantage avec les projets du CRDV pour pouvoir s'y associer plus intensément et par ce biais bénéficier des contrats de recherche.

RECOMMANDATION 37

De manière à mieux faire profiter l'industrie de la région de ses savoirs et de ses ressources, en collaboration avec la Cité, soutenir le CRDV dans l'élaboration d'une stratégie et des actions visant les actions suivantes :

- Lors de rencontres annuelles, informer les entreprises et les organismes régionaux des occasions d'affaires que le Centre offre et, de la sorte, favoriser leur participation accrue aux projets d'envergure pilotés par le CRDV.
- Développer une stratégie pour capitaliser sur les liens d'affaires du CRDV avec les grandes entreprises canadiennes.
- Mettre l'infrastructure excédentaire du CRDV à la disposition de la région à diverses fins : incubation d'entreprises, centres de formation, installations régionales, etc..
- n'utilisant comme levier, rehausser le degré d'intervention du gouvernement fédéral dans le domaine de l'optique/photonique à Québec.
- Que le CRDV fasse connaître les groupes de recherches et les comités internationaux (en particulier ceux de l'OTAN) sur lesquels les entreprises et les centres de recherche de la région peuvent siéger et, de cette manière, être informés de contrats éventuels.
- Par la Cité, accompagner les efforts de développement de partenariats et de transferts technologiques du Centre vers l'industrie civile.

RECOMMANDATION 38

Dans le cadre de sa transformation en agence, que le CRDV étudie et fasse place à la possibilité de détenir des actions ou de l'équité dans les entreprises créées lors de ses transferts technologiques.

C) L'INSTITUT NATIONAL DE L'OPTIQUE (INO)

Compte tenu des commentaires recueillis auprès de nombre d'intervenants sur le rôle positif majeur joué par l'INO au sein de l'industrie de l'optique/photonique de la région, une réflexion s'impose (voir les paragraphes précédents, ainsi que la section 1.4.3.c.). Cette réflexion se veut des plus constructive, non " prescriptive ", et conduite sur un mode de suggestion.

Les faits démontrent que l'INO remplit avec succès le volet " *assistance technologique* " de sa mission. À cet égard, l'Institut a fait l'objet de plusieurs évaluations indépendantes auprès de ses clients²³. À quelques exceptions près, ces évaluations démontrent une très grande satisfaction de sa clientèle nationale. Pourtant dans l'industrie de la région, **rien qu'aucun fait ne le démontre**, persiste une certaine perception relative à la réalisation de ce rôle, surtout en ce qui a trait à la concurrence. Malgré tout, **tous** les intervenants de l'industrie **n'en reconnaissent pas moins l'importance de son rôle et de son apport régional au sein de l'industrie de l'optique/photonique**.

Organisation " *d'intérêt public industriel* ", toute solution doit s'inscrire dans le cadre de la mission actuelle de l'INO : un centre de recherche d'envergure mondiale au service de l'économie en général et de l'industrie du Canada, du Québec et, corollairement, de la région.

Entre intérêt public et approches apparentées à des activités de type privé

Dans les faits, à titre de centre de recherche, la marge de manœuvre de l'INO est réduite, puisqu'il lui faut aujourd'hui à la fois :

- **Remplir une mission d'intérêt public** de contribution - en partie non rentable - à l'essor économique du pays en assistant les entreprises de l'industrie de l'optique/photonique, ainsi que des autres domaines de l'économie;
- **Emprunter à des approches de type privé** - axées sur une nécessité relative de " rentabilité " accrue et de " profit " :
 - d'une part, pour accroître la part de l'autofinancement afin de compenser la réduction croissante des apports financiers gouvernementaux et,
 - d'autre part **et surtout**, pour mieux se rapprocher des besoins du marché, condition de performance accrue de ses activités de R&D.

Entre les exigences d'un service économique " *d'intérêt public* " et celles " *d'approches de type privé* ", il y a lieu de s'interroger sur les conséquences à moyen et long terme de ce qui, en pratique, s'avère deux façons d'être et de faire délicates à concilier. Par exemple, certains acteurs de l'industrie de la région ont fait valoir que l'INO, en matière de transfert technologique, obligé d'agir en fonction d'un court terme orienté par une obligation de revenus accrus, soit se réserve les technologies les plus rentables pour les exploiter à ses propres fins de rentabilité à devoir augmenter, soit ne les transfère pas selon des conditions estimées " acceptables " par les entrepreneurs intéressés. Par conséquent, dans un tel contexte et sur le long terme, il est difficile pour l'INO de naviguer aisément à l'intérieur de ce qui s'avère une double contrainte : à la fois " *organisme doté d'une finalité de services d'intérêt public industriel* " et " *entreprise obligée à un objectif de rentabilité à accroître de façon continue sur un horizon relativement court* " (un délai de performance compétitive sur trois ans est relativement court pour maintes technologies).

À noter que la direction de l'INO compare sa situation " d'entreprise " de R&D financée à 25% par le gouvernement à celle des entreprises de la région dont les activités de recherche sont en grande partie financées par des fonds publics (en référence aux mesures fiscales auxquelles elles ont accès, notamment une super-déduction).

Accroissement du financement public de l'INO et modification de sa forme actuelle

Considérons la proposition de solution suivante qui suppose de maintenir la mission actuelle de l'INO tout en lui fournissant des ressources publiques, proportionnellement accrues dans son budget total, mais selon des modalités lui permettant d'agir avec davantage de flexibilité. Un tel financement faciliterait l'adaptation d'une partie de ses objectifs de recherche, de même que l'ajustement de certaines approches aux applications difficilement conciliables avec son rôle " *d'assistance industrielle* ". À l'évidence, pour que l'INO puisse plus aisément servir les intérêts de l'économie nationale et de l'industrie optique/photonique du pays, **la part de son financement gouvernemental devrait être accrue**.

Organisation " *d'intérêt public industriel* ", la proposition vise à aider au recentrage de l'INO sur sa mission première : un centre de recherche d'envergure mondiale au service de l'économie en général et de l'industrie optique/photonique du Canada, du Québec et, corollairement, de la région. Il ne s'agit pas de considérer un changement de mission, mais de raffermir certains de ses objectifs spécifiques par un ajustement des modalités d'ensemble de son financement. Ce recentrage suppose qu'il soit en mesure de transférer certaines de ses activités de mini-production, **en autant que cela soit démontré, lorsque celles-ci viennent concurrencer l'industrie privée**.

²³ Parmi ces études : *Évaluation de l'Institut national de l'optique*, Groupe SECOR, 1994 (analyse financée par les gouvernements du Canada et du Québec); *Étude de retombées économiques*, (reposant sur sondage auprès de ses clients), Price Waterhouse, 1997.

L'INO pourra ainsi dynamiser davantage le transfert de ses technologies vers l'industrie et disposer de plus de souplesse dans le temps pour concrétiser ses recherches pré-compétitives. En autant qu'une stratégie dynamique soit conduite en termes de valorisation de ses technologies, l'avantage principal pour le pays et la région sera de **faire de l'INO un lieu encore plus efficient de création (" spin off ") d'entreprises**. Il s'agit là d'une des finalités majeures du projet de Cité de l'optique. Sur ce dernier plan, il n'y a pas lieu de craindre que l'INO concurrence la recherche scientifique de base réalisée par le COPL, parce que, dans le contexte de l'INO, ses recherches demeureront plus proches des applications de marché. L'objectif principal de l'activité de transfert étant de contribuer au développement de l'industrie, pour ce faire, la procédure **transparente existante** à mieux faire connaître s'avère nécessaire au plan de l'équité et de l'équilibre de son rôle " de service d'intérêt public " au sein de l'industrie. **En contrepartie d'un " abandon " relatif d'activités " profitables ", les gouvernements devront soutenir davantage et autrement le financement de l'INO.**

Par ailleurs, il y a intérêt à ce que l'Institut se dote de ressources de pointe en commercialisation internationale, afin d'accroître et enrichir ses activités et revenus d'ensemble en termes de contrats de recherche privés, de vente de prototype, de redevances, etc.

Une nouvelle formule de financement de l'INO : plus ou moins, 2\$ privés = +1\$ public

Actuellement, l'INO est parvenu à s'autofinancer à 75%. Ce niveau élevé d'autofinancement, qui est en soi preuve du succès de la bonne gestion de l'Institut, explique, semble-t-il, certaines des " distorsions perçues " au sein de l'industrie dans la réalisation de sa mission d'intérêt industriel. La solution pourrait consister à **fixer la barre souhaitable d'autofinancement de l'INO entre 60 % et 65 %**. À ce niveau, on affirme qu'il s'agira pour les gouvernements d'une " opération blanche ", puisque, compte tenu de la masse salariale versée et des impôts récupérés, ceux-ci équilibreraient de la sorte leurs revenus avec leurs apports financiers à l'INO. La formule " magique " pourrait être la suivante : pour chaque 2 (deux) dollars obtenus de contrats et de ventes sur les marchés, l'INO recevraient environ 1 (un) dollar (si 65 %) de financement des gouvernements. Ce faisant, **pour assurer sa croissance**, tout en assistant les efforts de compétitivité de l'industrie, l'INO sera en situation de maintenir son rapprochement avec ses clients afin d'obtenir des revenus appropriés et de réaliser ses activités de recherche en fonction des besoins du marché. En effet, pour financer adéquatement le volet public de sa mission et augmenter de façon continue ses revenus, cette formule proportionnelle de revenus (environ 2\$ privés = 1\$ public) lui assure une possibilité de croissance. Pour les gouvernements, après répartition respective, il s'agira de moins de un demi million de dollars supplémentaire aux déboursés actuels (base 1998-1999) de chacun.

Communication

Compte tenu de sa mission, il importe que le processus de fonctionnement de l'INO soit le plus clair et visible possible. L'INO devra mieux faire connaître son code de conduite relatif à toutes activités de " mini-production ", de manière à plus informer l'industrie ainsi que tout autre acteur intéressé par ses activités. L'objectif étant que les activités de l'INO doivent toujours mieux " appuyer les entreprises dans leurs efforts de compétitivité " au plan mondial.

Exemples :

1. Avant de fabriquer et commercialiser un quelconque produit, l'INO devrait encore mieux faire connaître sa décision à l'industrie afin de vérifier s'il n'entre pas en concurrence avec les entreprises privées.
2. Ses règles de partenariat avec les entreprises et autres centres de l'industrie devraient être publiquement énoncées.
3. Faire MIEUX connaître ses critères de sélection et de décision en ce qui concernent les transferts de technologie ainsi que, conjointement avec les bénéficiaires (au plan concurrentiel, tout en respectant la confidentialité inhérente aux modalités d'entente) de " spin-off ".

Résultats visés

Dans ce cadre de renouvellement de son statut d'organisme sans but lucratif, d'une amélioration de ses communications et compte tenu d'un financement gouvernemental accru, l'INO devra principalement :

- Accroître sa recherche pré-compétitive dans un cadre assoupli;
- Augmenter la conception de prototype;

- Intensifier ses transferts de technologies vers l'industrie privée;
- Accroître sa collaboration avec d'autres centres de recherche, notamment avec le CRDV et le COPL, par l'entremise de consortium ou de contrats de recherche partagés;
- Développer des contrats de recherche sur les marchés internationaux;
- Transférer la commercialisation de produits pouvant concurrencer, le cas échéant, les entreprises du pays et de la région.

RECOMMANDATION 39

Pour consolider une excellence de recherche et un rôle de soutien à l'industrie largement reconnue, que l'INO étudie et présente, aux deux paliers de gouvernement, les orientations et les modalités d'un mode de financement public accru et plus souple, selon la nouvelle formule suivante : pour " 2 \$ obtenus de contrats et de ventes ", l'INO recevra des deux gouvernements un total de " 1 \$ de financement public ". Ce faisant, les gouvernements devraient porter à 5 ans la durée des ententes contractuelles de son financement.

D) LE CENTRE D'OPTIQUE, PHOTONIQUE ET LASER (COPL)

Le rôle premier du COPL est la formation et le développement de connaissances nouvelles, mais face aux incidences de la nouvelle économie, les centres de recherche universitaires se doivent de collaborer davantage avec l'industrie, voire de se rapprocher des besoins des marchés.²⁴ De nombreux exemples²⁵ à travers le monde nous démontrent la fécondité, tant pour la performance de la recherche que pour l'économie concernée, de l'amélioration des liens entre l'industrie et les institutions d'enseignements. Un tel rapprochement améliore aussi la formation dispensée aux étudiants.

Depuis le début de son existence, le COPL a développé des liens étroits avec certains membres de l'industrie, mais ceci semble trop limité aux yeux de certains. Bien que l'Université Laval ayant pourtant encouragé le développement de transfert de technologie dans d'autres domaines avec le BVAR (Bureau de valorisation pour l'avancement de la recherche), les résultats sont peu sensibles en optique/photonique, sauf le cas lointain d'Holospectra (début des années 80).

Notons cependant que la mission première du COPL n'est pas le transfert de technologie mais plus le développement des connaissances. Et chaque finissant qui va dans une entreprise de la région, y apporte les connaissances acquises pendant ses années d'étude, voir même le projet sur lequel il a travaillé. Nous pouvons même souligner que beaucoup de dirigeants d'entreprises de l'optique/photonique en vue sont issus du COPL, tel que ceux d'EXFO, Nortech Fibronic, JDS Fitel, etc.

RECOMMANDATION 40

En fonction d'allocation de ressources accrues de la part de l'Université Laval, améliorer les liens qu'entretient le COPL avec l'industrie de l'optique/photonique québécoise et canadienne dans ses secteurs principaux de compétence, afin :

- d'entreprendre des transferts technologiques à partir de technologies novatrices spécifiquement identifiées, et en collaboration avec le BVAR;
- d'augmenter les recherches effectuées conjointement avec l'industrie, surtout avec les entreprises de la région et du Québec.

Les transferts technologiques universitaires

Depuis 1986, le Bureau de la valorisation des applications de la recherche (BVAR) offre des services en lien avec les orientations de l'Université Laval. Le BVAR veut favoriser les échanges entre le milieu universitaire et le milieu industriel. Pour contribuer à du transfert de technologie, les principales formules sur lesquelles s'appuie le BVAR sont les suivants : les contrats de recherche, les chaires industrielles, les projets conjoints, l'octroi de licences et enfin la création de nouvelles entreprises technologiques.

²⁴ En référence aux considérations et Avis du Conseil de la science et de la technologie sur l'innovation (université et R&D); voir aussi le **Rapport Guillaume** sur l'innovation en France.

²⁵ Dont celui de l'Université d'Arizona.

Grâce à la collaboration des professeurs et des diplômés de l'Université, plus d'une dizaine d'entreprises ont été créées au cours des dernières années dans divers domaines technologiques.

La Corporation de valorisation des applications de la recherche (CVAR)

Dans la foulée du BVAR, le CVAR constitue un projet de mise sur pied d'une nouvelle structure de valorisation de la recherche effectuée à l'Université Laval. La mission projetée du CVAR serait la suivante : " Dans le but de valoriser les découvertes et les résultats de recherche issus des laboratoires universitaires, le CVAR scrute proactivement les filières de recherche porteuses de développements commercialisables, et crée, en collaboration avec divers partenaires, des corporations de R&D pour valoriser les technologies retenues. CVAR fournit les services de gestion à ces corporations de R&D. Ces ressources humaines agissent également en synergie avec les chercheurs dans la conduite du projet de valorisation. "26

Le projet est fort intéressant sous l'angle des transferts technologiques. Plus particulièrement, il peut concerner directement la culture de l'entrepreneuriat chez les étudiants en optique/photonique et son incidence sur la création potentielle d'entreprises dans le domaine dans la région. En effet, l'Université est un vivier naturel d'émergence de nouvelles entreprises pour peu que cela soit nourri. Par le CVAR :

- L'Université Laval pourrait transférer ses recherches de façon dynamique et rentable vers l'industrie.
- Les chercheurs bénéficieraient d'un encadrement adéquat pour le développement de leur projet.
- Les investisseurs seraient assurés de la gestion efficace du mécanisme de valorisation des technologies, de leur transfert et de l'encadrement des nouveaux entrepreneurs.
- La société en général en bénéficierait également, puisque le transfert de technologie touche différentes dimensions économiques et sociales, soit le développement de la culture entrepreneuriale, la création d'entreprises et d'emplois dans la région, avec, comme résultat d'ensemble, un enrichissement régional.

Comité restreint industriel de concertation en R&D dans le cadre de la Cité

Dans le cadre de la Cité, pour mieux articuler le potentiel d'ensemble de chacun des intervenants en R&D (COPL, CRDV, INO et autres acteurs dont la FSG, le CRIQ et ceux des autres pôles technologiques), il y a un intérêt certain à mettre en place un comité restreint, à l'échelle régionale, de concertation en recherche et développement. Il aura pour première tâche d'élaborer un plan stratégique régional en R&D de pointe, dans une perspective qui tienne compte mondialement de la situation de la R&D et des marchés de l'optique/photonique.

RECOMMANDATION 42

Créer un comité restreint de coordination au sein de l'OPTOpole pour coordonner et favoriser des activités communes de R&D dans la région.

3.3 LES CONDITIONS FACILITANTES

Tel que présenté à la Partie II, le modèle de " Système-Cité " identifiait le niveau de la population et des décideurs régionaux comme participant au projet de réussite d'ensemble de l'OPTOpole. Tout comme la qualité de l'oxygène d'un éco-système aquatique, les actions de facilitation à entreprendre à ce niveau sont essentielles à la vitalité de la chaîne industrielle intégrée dans la Cité.

Plus encore, la Cité constitue un projet économique et technologique de société pour la région de Québec. Sur le mode de l'innovation, ce projet de société doit mettre le développement des entreprises et de l'emploi en tête de liste des missions et des priorités d'actions de toutes et de chacune de ses constituantes. L'esprit d'entreprise et l'entrepreneuriat, sont des notions que tous et toutes doivent " cultiver " .

²⁶ CVAR, 1999



RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Soutenir l'édification de la Cité de l'optique de Québec, en faisant appel aux ressources et aux initiatives de l'environnement de l'industrie, soit les organisations et les instances régionales et gouvernementales (économiques, sociales et culturelles etc.).

3.3.1 Les actions gouvernementales

L'influence motrice de la présence des organisations gouvernementales centrales du Québec rejaillit sur chacune des actions de la région. À ce titre, les instances suivantes pourraient agir **notamment** comme suit :

- Le ministère des Finances : Ses orientations, ses engagements envers la nouvelle économie et l'innovation, les mesures fiscales et le soutien énoncé envers la Cité de l'optique constituent un appui tel qu'il a accéléré, à ce jour, le processus d'élaboration de la Cité. Cet appui est à poursuivre aux phases à venir de la réalisation concrète de la Cité.
- Le ministère des Régions : Il est lui aussi partie prenante du projet actuel de Cité. En outre, il est en bonne situation pour agir sur le terrain de la concertation et de l'entrepreneuriat régional, conditions générales de réussite accrue, par les CRD et CLD régionaux. De même, le Fonds de diversification de l'économie de la Capitale peut être mis à profit pour accompagner les activités de l'OPTOpole.
- Le ministère de l'Industrie et du Commerce : Son rôle stratégique est majeur. Pour encadrer l'avenir de la Cité, il s'impose de doter le Québec d'une politique sectorielle en optique/photonique. Par ailleurs, par plusieurs de ses programmes et mesures de soutien au développement d'entreprises, à l'exportation et conseils, il est en mesure de favoriser concrètement l'industrie.
- Le ministère de la Recherche et de la Technologie : Il serait souhaitable qu'il agisse horizontalement pour concerter les initiatives gouvernementales québécoises énoncées ci-dessus. Par le Conseil de la science et de la technologie, il lui est aussi possible de suivre et d'influer sur le cadre stratégique de développement de la Cité, lequel constitue une application régionale du système d'innovation du Québec.

Moindrement analysés à cette étape, les rôles et les vastes ressources des instances régionales et technologiques du gouvernement canadien devront être activés ultérieurement pour soutenir les entreprises et les centres de l'industrie. Répétons que ses initiatives, nombreuses depuis toujours, expliquent en partie l'essor de l'industrie de l'optique/photonique de la région. Tout indique qu'il est en mesure et disposé à jouer un rôle moteur dans la Cité.

3.3.2 La sensibilisation

Face à la demande croissante de main-d'œuvre en haute technologie et la diminution générale du nombre d'étudiants qui s'inscrivent en science pure, donc aussi en optique/photonique, une action intégrée s'impose afin de **sensibiliser les jeunes, les femmes, le grand public et les décideurs régionaux** à ce domaine. Il s'agit ainsi de non seulement vulgariser les sciences, mais aussi les rendre passionnantes et facile d'accès à tous.

Il importe cependant de veiller à la non duplication des activités et de créer le plus possible des partenariats entre les différents intervenants afin de proposer des projets d'envergure plutôt qu'un émiettement en une multitude de petites actions non complémentaires. De plus, la Cité se doit d'œuvrer avec les ressources existantes plutôt que d'en ajouter.

3.3.2.1 Trois initiatives auprès des jeunes

À noter les trois initiatives qui suivent, parmi d'autres, au plan de la sensibilisation :

- Le Collège François-Xavier-Garneau : Le Centre de démonstration en sciences physiques (CDSP) du Collège met de l'avant deux projets " *Les troubadours de la science* " et " *Opération Lux* ". Leur date de diffusion est fixée en septembre 2000.
- Les Éditions Septembre : Ils proposent de diffuser de l'information sur les professions et les programmes en optique/photonique par la publication de la revue " *Métiers en direct* ", s'adressant aux jeunes des niveaux primaire et secondaire. Le projet inclut aussi un volet de diffusion auprès des finissants du secondaire, du collégial et de l'université.

- Le projet de Pierre Langlois Consultant : Son projet porte le titre suivant : “ *Sensibilisation des jeunes et du public en général aux technologies de l’optique/photonique* ”. Il comprend différents volets dont celui de “ *Maison de l’optique et photonique* ” et propose des crédits d’impôts pour l’aide à la relève scientifique. (Voir les annexes de cette section.)

Le Collège François-Xavier-Garneau

Le **Centre de démonstration en sciences physiques (CDSP)** du collège François-Xavier-Garneau veut favoriser une relève des jeunes générations en science et technologie. Le plan d’action a été élaboré par le collège, aidé d’un consultant externe dans le but d’offrir une contribution concrète à la Cité de l’optique. Les finalités de ce plan d’action sont les suivantes : “ *Ces deux projets ont été conçus de façon à susciter d’abord et à maintenir ensuite l’intérêt pour les sciences chez les jeunes au cours de la première étape de leurs études; ainsi le premier projet, destiné au primaire, est avant tout axé sur la découverte des phénomènes physiques simples et le second projet, destiné au secondaire, permettra, au moyen de démonstrations pertinentes, d’approfondir la compréhension de ces phénomènes.*”¹

Le collège François-Xavier-Garneau dispose des ressources humaines et matérielles spécifiques pour la réalisation du plan d’action. Les objectifs globaux en nombre de visiteurs des deux projets sont de rejoindre, en trois ans, 21 000 enfants et 12 000 adolescents. Sans compter que des adultes en nombre appréciable (voire des touristes, l’été) pourraient aussi être intéressés à profiter de ces deux projets. (Voir les annexes de cette section.)

- La clientèle visée par le projet “ *Les troubadours de la science* ” est composée de plus 7 000 élèves du deuxième cycle du primaire des écoles de la grande région de Québec. Le coût du projet sur 3 années de diffusion est estimé à 240 000\$.
- La clientèle visée par le projet “ *Opération Lux* ” est composée de plus 4 000 élèves recrutés au deuxième cycle du secondaire de la grande région de Québec. Le coût du projet sur 3 années de diffusion et préparation est estimé à 281 000\$.

Les Éditions Septembre

Face aux modifications apportées dans les différents programmes de formation, il importe d’informer de façon continue les futurs étudiants et étudiantes sur les perspectives d’emplois en optique/photonique dans la région de Québec. À cet effet, **Les Éditions Septembre** proposent de diffuser de l’information sur les professions et les programmes en optique/photonique. La proposition vise à sensibiliser les jeunes du primaire et secondaire aux sciences par la diffusion de l’information auprès des finissants du secondaire, du collégial et de l’université.

La stratégie de visibilité pour le magazine “ *Métiers en direct* ” consisterait en :

- Un tirage de 20 000 exemplaires distribués dans plus de 2 300 points de vente et auprès de plusieurs centaines d’établissements du milieu scolaire et des organismes d’insertion professionnelle.
- Un fonds d’exemplaires à distribuer gratuitement dans les écoles et auprès de clientèles ciblées par les partenaires et portant les logos de ces derniers.
- Une chronique dans le journal de Montréal (plus de 2 millions de lecteurs).
- Une série télévisée associée au magazine.
- Une présence sur le site Infobourg de la carrière et de l’orientation, très connu des spécialistes de l’orientation et de tout intervenant lié à la problématique de l’orientation chez les jeunes.

L’estimation budgétaire d’une telle opération est de 80 000\$. Les Éditions Septembre propose également d’autres projets tels la création d’un site Web et un “ *Guide de l’emploi* ”. (Voir les annexes de cette section.)

Le projet de Pierre Langlois Consultant

Pierre Langlois propose dans son projet intitulé “ *Sensibilisation des jeunes et du public en général aux technologies de l’optique et photonique* ”, entre autres : l’édification d’une “ *Maison de l’optique et photonique* ” et des crédits d’impôts

¹ Collège François-Xavier-Garneau, août 1999.



pour l'aide à la relève scientifique. Ce projet est présenté suite à des rencontres auprès d'intervenants du milieu de l'enseignement et des comparaisons avec ce qui existe déjà. (Voir les annexes de cette section.)

3.3.2.2 Une action de sensibilisation relative à la science auprès des femmes

Partout, on observe une moindre représentation des femmes dans les métiers de haute technologie. Dans maints pays, cette prise de conscience fait l'objet de mesures de société, notamment en main-d'œuvre. Dans le cadre de la Cité, il y a intérêt à agir afin de sensibiliser davantage les femmes aux domaines scientifiques et technologiques, surtout les plus jeunes. Il s'agit d'encourager les femmes qui manifestent de l'intérêt et qui ont du talent pour les sciences de contribuer à combler le manque de ressources humaines dans cette industrie. Les actions à conduire sont d'ordre multiple : congrès, activités de sensibilisation, mobilisation d'associations professionnelles ou communautaires, séances d'information, activités pédagogiques en milieu scolaire, etc. À cet égard, il y a lieu de soutenir les actions de la Chaire CRSNG-ALCAN de l'Université Laval portant sur les sciences et le génie, ainsi que celles du Conseil du statut de la femme.

La Chaire CRSNG-Alcan

“...la participation des femmes à la révolution scientifique et technologique qui détermine la plupart des orientations de notre époque reste encore très décevante. Toutes disciplines confondues et pour des niveaux de responsabilité moyens, les femmes ne dépassent que très rarement la barre des 30 % dans leur participation aux métiers scientifiques de la recherche, de l'enseignement et de l'industrie.”²

UNESCO

Déjà à l'Université Laval, des interventions se font auprès des femmes par la Chaire CRSNG-ALCAN, l'une des cinq chaires créées par le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG) en octobre 1996. En 1996, le CRSNG accordait 1,25 million de dollars canadiens à ces chaires universitaires. Cet investissement est appuyé par quelques grandes entreprises privées. En cette question, *“Le mandat est d'accroître la participation des femmes en sciences et en génie à tous les cycles universitaires, de promouvoir l'engagement et la promotion des femmes dans les secteurs tant privé que public, accroître la participation des femmes aux postes de décision des organismes et des associations scientifiques, promouvoir un climat d'études ou de travail positif pour les femmes.”³*

Le programme de la Chaire CRSNG/Alcan se divise en trois volets : les interventions en milieu scolaire, les interventions en milieu de travail ainsi que la recherche sur la problématique des femmes en sciences et génie. (Voir les annexes de cette section.)

3.3.2.3 Exposition sur la lumière

Le Musée de la civilisation, après discussion avec la Société Innovatech et l'INO, a inscrit à sa programmation d'octobre 2001 à septembre 2002, une exposition explorant le thème de la lumière. L'objectif étant de *“...sensibiliser les visiteurs aux différents aspects de la lumière, de toucher le côté humain de cette thématique en faisant découvrir le rôle majeur de la lumière dans notre existence, surprendre le visiteur en l'introduisant dans un espace qui mettra en valeur un concept d'éclairage original, explorer la possibilité de créer un espace temporaire extérieur où l'énergie solaire serait présentée et exploitée.”* (Voir les annexes de cette section.) **Enfin, il serait fortement d'intérêt, du point de vue de la sensibilisation de l'ensemble des jeunes générations québécoises, que cette exposition devienne itinérante et circule à travers le Québec par la suite.**

3.3.2.4 Le projet d'organisation d'un Sommet mondial de l'optique/photonique

Selon une formule apparentée à celui de Davos en Suisse, le projet de Sommet mondial de l'industrie de l'optique/photonique envisagé aurait pour but de rassembler à Québec (à tous les deux ans) les leaders internationaux de ce domaine d'activités. Il s'adresserait, sur invitation, aux dirigeants des plus grosses entreprises mondiales du domaine, aux

² **Projet, Les femmes, la science et la technologie**, www.unesco.org/general/eng/programmes/science/women/tech.html

³ Mandat de la Chaire, www.fsg.ulaval.ca/chaire-crsng-alcan/mandat.html (annexe 6)

décideurs gouvernementaux en sciences et technologies, et aux chercheurs éminents en optique/photonique de divers pays. Le premier rassemblement aurait lieu en octobre 2001.

Il se déroulerait pendant une semaine remplie d'événements couplés au Sommet : séminaires, rencontres, conférences, démonstrations scientifiques, expositions, événements artistiques et culturels destinés au grand public, etc.

Différents partenaires approchés ont manifesté un intérêt à participer à cet événement : une conférence scientifique organisée par le professeur et chercheur Roger A Lessard, membre de la SPIE; le Musée de la Civilisation inaugurera l'exposition sur le thème de " La lumière "; l'entreprise " Ex Machina " considère l'idée de produire un spectacle genre " Théâtre, Optique et Technologies " à la caserne Dalhousie, sous la direction de Robert Lepage; l'architecte Pierre Thibault; le Festival d'été international de Québec qui élaborerait une programmation culturelle automnale faisant usage de technologies de l'optique/photonique; la Commission de la Capitale nationale du Québec et le Centre des Congrès de Québec.

Soulignons que trois des activités précédentes, ici présentées dans le cadre du projet de Sommet, sont de fait indépendantes de celui-ci. Elles pourraient donc se réaliser de toute façon : celle de l'exposition sur le thème de la lumière du Musée de la civilisation du Québec, celle concernant les initiatives art-technologies d'Ex Machina, celle du Festival d'été international de Québec qui agira sur ce thème dès son prochain programme estival et, enfin, celle du Centre des Congrès de Québec portant sur la prospection d'événements d'envergure en optique/photonique.

Ex Machina

Créée en 1994 et animée par le créateur Robert LEPAGE, l'entreprise Ex Machina agit en création artistique multidisciplinaire. À Québec, elle possède un centre de production à la Caserne Dalhousie que l'on transforme parfois en salle de spectacle. En bref, " ...Ex Machina consacre une large part de ses activités à la fusion des arts et des nouvelles technologies et vise à provoquer des **rencontres de plus en plus fécondes entre créateurs et scientifiques.** "

À l'occasion d'un événement mondial consacré à l'optique/photonique à Québec, dans le cadre de ces travaux, affirme qu'elle " ...peut donc jouer un rôle utile. D'une part, la Caserne Dalhousie peut servir de lieu d'accueil pour des manifestations scientifiques, de vitrine sur un monde qui fait assez souvent peu d'efforts pour se faire connaître. Il pourrait s'agir de démonstrations de recherches ou d'applications, de colloques, de lancement de produits ou d'une présentation sous forme de spectacle de ce qui se fait ou se fera à Québec dans les domaines de l'optique/photonique. "⁴

Pierre Thibault, architecte

Afin de mettre en place un sommet international sur l'optique et la photonique, différents intervenants renommés de la région se sont manifestés pour offrir leur contribution à ce projet d'envergure, tel Pierre THIBAULT, architecte renommé pour son approche unique, à la fois moderne et aussi inspiré de la nature québécoise. (Voir les annexes de cette section.)

Le Centre des Congrès de Québec

Le Centre des Congrès de Québec propose la mise sur pied d'un Comité de travail ayant pour but de favoriser la réalisation de congrès et de réunion d'affaires d'envergure dans le domaine de l'optique/photonique. Ce comité sera coprésidé par monsieur Claude PINAULT, président directeur général et monsieur Roger A. LESSARD, professeur à l'Université Laval. (Voir les annexes de cette section.)

Les retombées du projet de Congrès mondial évoqué visent non seulement à sensibiliser la population et à mobiliser le milieu québécois de l'optique/photonique, mais de **contribuer à la notoriété et la visibilité mondiales de l'industrie de la région.** Il s'agit de faire de Québec un lieu incontournable au sein des marchés mondiaux, de promouvoir l'image (" branding ") de l'OPTOpole, pour ouvrir des marchés pour les entreprises et centres et pour attirer de nouvelles entreprises à venir s'établir dans la région.

⁴ Ex Machina, 20 septembre 1999. (Voir les annexes de cette section.)

Recommandation 43

Que la Cité soutienne et collabore aux initiatives engagées dans la région pour accompagner et faciliter ses activités technologiques, industrielles et commerciales, telles que : les diverses actions gouvernementales et régionales en haute technologie et en développement économique; les projets de sensibilisation auprès des femmes, des jeunes, du grand public et des décideurs; l'organisation projetée d'un Sommet mondial de l'optique/photonique à tenir à Québec, en plus de l'exposition sur le thème de " La lumière " programmée par le Musée de la civilisation, de même que le projet Synapse.

3.3.3 Les infrastructures

En apparence, comparativement aux zones délimitées de la Cité du multimédia de Montréal et du CNNTQ de Québec, la localisation de la Cité de l'optique est une question " complexe ", du fait que son territoire s'étend à la grande région métropolitaine de recensement. Pour l'heure, une majorité d'entreprises et de centres de recherche de l'industrie sont établis le long du corridor de l'Autoroute Henri IV et de son prolongement, exception faite d'EXFO, de l'Université Laval et de quelques entreprises. Le centre de gravité de l'industrie est indéniablement situé au Parc technologique. Il serait raisonnable d'envisager le Parc comme première solution pour l'établissement du centre de services de la Cité.

À titre de partenaire éventuel de la Cité, le Parc technologique métropolitain de Québec, advenant qu'une solution gouvernementale à son cadre de développement soit appliquée, manifeste sa volonté d'accompagner activement le déploiement de la Cité :

- Accueil dans le Parc, partage de locaux et assistance de services administratifs;
- Par ses services à valeur ajoutée d'accompagnement d'entreprises, d'aider spécifiquement celles existantes en optique/photonique, dans leurs différents besoins de développement;
- Collaboration avec la SPEQM en matière de promotion, d'assistance et d'accueil dans la région d'entreprises extérieures en optique/photonique.

Comme souligné précédemment, il appartiendra à la direction industrielle de la Cité de décider du lieu et des conditions d'établissement de ses services de coordination et d'un possible CAEL. En fonction du projet SYNAPSE auquel sera relié le Parc technologique, le CAEL éventuel gagnerait en efficacité de transmission à y être relié.

Recommandation 44

Que les membres de la Cité de l'optique décident de la localisation de leurs services d'affaires et de coordination, en tenant compte du " centre de gravité " actuel de l'industrie qui se situe au Parc technologique métropolitain de Québec, et dont l'organisation de gestion est prête à assister leur démarrage et leur développement en fournissant, au besoin, des services administratifs et des infrastructures.

3.3.4 Les infrastructures

" Synapse ", est un projet initié par l'INO et le COPL, qui permettra de réaliser un banc d'essai de réseaux de communications optiques multi-longueurs d'ondes à haut débit. La mission de " Synapse, vise à stimuler et accélérer le développement des applications et technologies novatrices qui permettront d'exploiter les futurs réseaux de communication à très haut débit par le biais d'un consortium de R&D incluant l'industrie, les gouvernements et les universités. " Les discussions sur ce projet ont commencé en novembre 96 et une société a été fondée en juin 97.

Outre ce banc d'essai général⁵, il serait opportun d'y associer un volet grand public axé sur la télévision numérique interactive (TVI) . Déjà les expériences et réalisations se multiplient en ce sens aux États-Unis et en Europe, à coup de milliards de dollars. Il s'agit de la prochaine révolution en communications. Ce volet constituerait une " action-modèle " pour rapprocher les pôles de télécommunications, de l'informatique et du multimédia de la région.

⁵ Voir à la section précédente 3.2.1 Formation et main d'œuvre, le plan d'actions intégrées en formation.

RECOMMANDATION 45

Face à l'évolution des différents programmes de formation, il importe de sensibiliser et d'informer, de façon continue, les jeunes de la région sur les perspectives d'emplois en optique/photonique dans la région de Québec.

RECOMMANDATION 46

Que les instances gouvernementales concernées soutiennent financièrement l'initiative et les projets du Centre de démonstration en sciences physiques (CDSP) du Collège François-Xavier-Garneau.

3.4 LA COORDINATION

3.4.1 Rappel de la finalité, de la mission et des buts de l'OPTOpole

À la Partie II de ce rapport, le principe clé de fonctionnement d'ensemble du modèle d'affaires se résume en un mot : **INTERACTIONS**. Ce principe détermine donc toute l'approche d'opération et de structuration de la Cité en ce qui concerne les activités à mener de soutien à la croissance des organisations de l'industrie, d'accompagnement et de facilitation.

De plus, en conclusion de l'exposé du modèle d'affaires détaillé à la section 2.1. Le développement des entreprises, la finalité de la Cité sera de contribuer à appuyer les affaires conduites par les entreprises et centres de recherche et de formation **existants**, à aider à la création de **nouvelles** et à participer à l'attraction dans la région d'entreprises de l'extérieur actives en optique/photonique.

Par ailleurs, le programme fiscal mis de l'avant par le ministère des Finances (voir la section 3.2.4 La Fiscalité) délimite le **territoire local** d'activités que recouvre la Cité, à savoir : la grande région métropolitaine de recensement de Québec (RMR). Ce territoire est vaste, bien que l'ensemble des organisations composant l'industrie soit établi dans l'environnement de l'autoroute Henri IV, plus particulièrement autour du "centre d'influence" constitué par le Parc technologique du Québec métropolitain. Cependant, si localement ce territoire défini apparaît étendu, la véritable portée géographique de la zone de préoccupations de la Cité concerne en toute primauté les **marchés mondiaux**. Cette zone, par l'OPTOpole proposé devient un lieu majeur d'activités industrielles et de recherche en optique/photonique au Québec, au Canada et dans le monde.

Comme orientation stratégique à ses activités, la **mission** de la Cité de l'optique de Québec se formule comme suit :

" Soutenir le développement technologique, industriel et commercial de l'industrie de l'optique/photonique de la région de Québec. "

En guise de rappel, comme autant d'objectifs particuliers de mise en œuvre de cette mission et du Plan de réalisation décrit dans les sections précédentes de la Partie III de ce rapport, les buts généraux de l'OPTOpole de la région de l'optique/photonique de Québec, se définissent de manière suivante :

- Soutenir la croissance, la rentabilité, la productivité et la compétitivité des entreprises existantes.
- Favoriser la création de nouvelles entreprises et les accompagner dans leur essor.
- Attirer dans la région des entreprises ou filiales existantes du domaine.
- Accroître les niveaux de compétence.
- Favoriser la formation d'une main-d'œuvre de haute qualité.
- Contribuer à améliorer les conditions de travail et de vie de la main-d'œuvre spécialisée.
- Favoriser le retour des " cerveaux " formés en optique/photonique dans la région.
- Attirer des compétences de pointe mondiale du domaine.

- Accompagner le développement des centres de formation supérieure, de recherche scientifique et de R&D en optique/photonique.
- Encourager le transfert technologique vers les entreprises.
- Soutenir la commercialisation et l'exportation des produits, systèmes et services en optique/photonique sur les marchés nationaux et mondiaux.
- Développer la notoriété mondiale de la Cité.
- Échanger et collaborer (réseauter) avec les autres régions spécialisées en optique/photonique au Québec, au Canada, en Amérique du Nord et dans le monde.
- Participer et collaborer étroitement aux initiatives de la Technorégion de Québec et établir des liens avec les autres pôles d'excellence technologique de la région, en particulier avec ceux de l'informatique, des télécommunications, du multimédia et de la géomatique.
- Intéresser les jeunes aux sciences, à l'optique/photonique en fonction de leurs éventuels choix de carrière.
- Sensibiliser et mobiliser la population et les instances décisionnelles régionales autour des enjeux économiques, technologiques et culturels en matière d'optique et de photonique.

Enfin, concrétisant le principe premier, l'interaction, du système d'innovation régional inspiré des propos expert du Conseil de la science et de la technologie du Québec, le modèle d'affaires préconisé détermine la forme d'encadrement " organisationnel " de la gestion à mettre de l'avant pour la Cité : " **éclatée** " et misant sur l'**interaction**, le service proposé repose une **coordination en réseau** des ressources et structures régionales existantes. À ce titre, la forme opérationnelle de Cité s'apparentera à celle d'une " organisation-réseau " : " *L'entreprise château, par opposition à l'entreprise réseau, s'entête à faire comme si elle pouvait tout contrôler. (...) ...un réseau est formé de nœuds, de liens, de flux et de relations. (...) ... (ses) quatre avantages coïncident à peu près parfaitement avec les exigences... (des) entreprises désireuses de se tailler une place sur les marchés mondiaux...*

- réaliser des économies d'échelle;
- maîtriser la complexité des processus et des marchés;
- réagir plus vite au changement;
- augmenter sa flexibilité. ¹

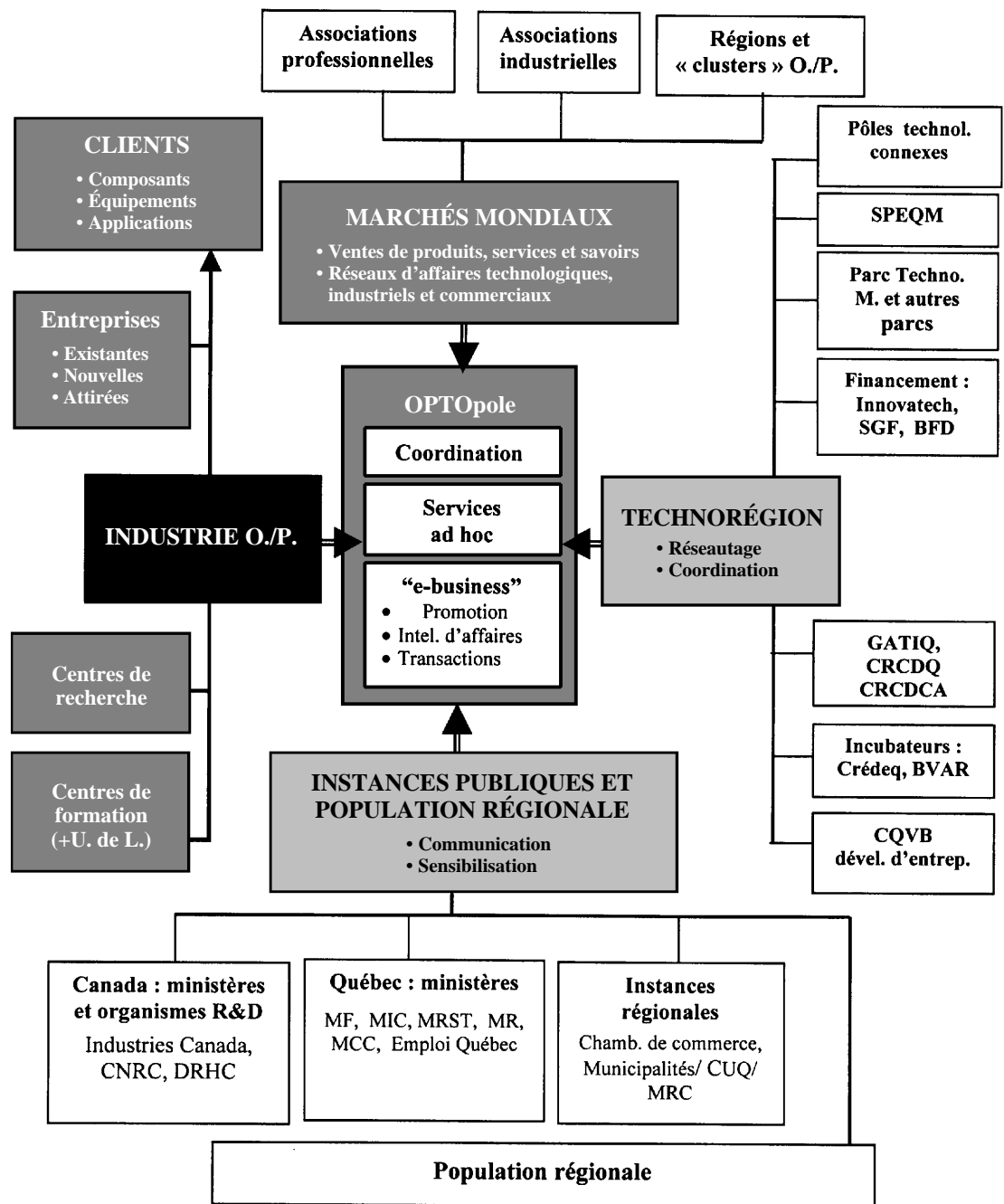
3.4.2 La coordination

L'architecture de services de la Cité tiendra compte de paramètres conditionnés par l'environnement régional, notamment par celui de la Technorégion. D'abord, il a été question à maintes reprises dans ce rapport du grand nombre d'organisations régionales existantes en haute technologie et en soutien au développement économique. Les services d'accompagnement et de facilitation nécessaires aux rôles qu'entend jouer l'OPTOpole, existent donc déjà, pour une grande partie, par l'entremise de plusieurs de ces organisations. D'autre part, malgré le fait que plusieurs intervenants de l'industrie souhaitent la mise en place d'une structure " virtuelle " à la Cité, l'ampleur des tâches à réaliser dans le plan de réalisation énoncé, la nécessité de concrétiser dans un " lieu " des activités spécifiques à l'industrie, notamment celles associées au Centre d'affaires en ligne de l'optique/photonique et, enfin, le besoin d'une adresse visible du point de vue mondial, imposent de créer un " **service** " propre à la Cité.

Cependant, ce " service " sera léger. Il agira essentiellement comme **centre de coordination** ou de réseautage. Car, essentiellement, la Cité fonctionnera comme un lieu d'interactions, tel qu'exposé à la Partie II, le modèle d'affaires. Il faut éviter de tout reproduire, de manière centrifuge, ce qui existe déjà, notamment au sein de la Technorégion.

Le graphique suivant, sous forme " d'organigramme fonctionnel " décrit les composantes de la coordination à réaliser tant au sein de l'industrie, dans la région que sur les marchés mondiaux.

¹ L'entreprise réseau, Publi-RelaisMontréal, 1994, pages 18 et 27.



3.4.3 Les membres de l'OPTOpole

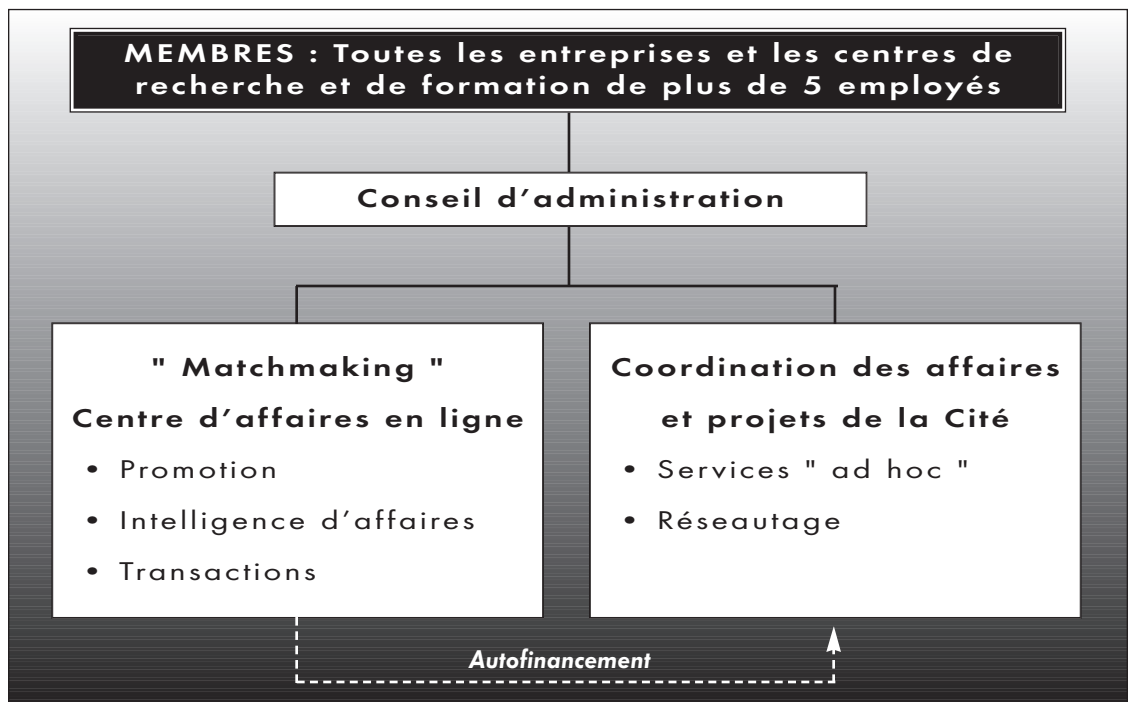
Pour administrer l'OPTOpole, toutes les entreprises et tous les centres de recherche et de formation établis dans le territoire défini, qui emploient plus de 5 personnes, seront membres de son regroupement de direction. Entre eux, ils devraient naturellement élire un conseil d'administration plus restreint qui pourra, le cas échéant, coopter d'autres membres experts provenant de secteurs d'activités autres, ou du milieu d'accompagnement et facilitant de la région. De la sorte, **la Cité sera dirigée par une organisation essentiellement industrielle, en majorité composée de représentants de l'entreprise privée.**

Au plan du fonctionnement, ce " service " devrait reposer sur **deux modules distincts et interdépendants**. Il importe de séparer la gestion administrative des deux entités de nature et d'esprit très différents, mais qui devront répondre au Conseil d'administration.

- Le premier serait un centre de services à l'industrie, dirigé par un coordonnateur. Le second serait le CAEL préconisé, dirigé par un " matchmaker ". Commercial et technique, ce dernier module fera de la promotion, de l'intelligence d'affaires et des transactions. Son responsable aura accès à des informations d'affaires privilégiées, que l'on veillera à protéger de toute influence indue, si l'on veut éviter une perte de crédibilité, et partant de clientèle.
- La coordination, au contraire, sera gérée de manière à favoriser au maximum les interactions, donc la circulation des informations d'affaires.

L'organigramme suivant illustre les composantes, et l'articulation, de ce " service " (à la fin de cette section un second organigramme le détaille plus profondément).

ORGANIGRAMME GÉNÉRAL DE LA CITÉ DE L'OPTIQUE



RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Créer un service d'affaires et de coordination pour orienter et gérer la Cité de l'optique de Québec, dirigé par des membres des entreprises de plus de 5 employés, ainsi que des centres de recherche et de formation de la région.

3.4.4 Les revenus

Par le CAEL qui sera un centre de revenus, il est considéré que **l'ensemble des services et activités de l'OPTOpole puissent s'autofinancer après deux ans**. De manière statutaire, le CAEL devrait fournir un financement déterminé chaque année par le conseil d'administration. Les surplus, le cas échéant, pourraient être utilisés pour différentes activités de développement de l'industrie.

3.4.5 Les objectifs du plan de réalisation de la Cité

En guise de conclusion, le tableau suivant présente les objectifs selon un échéancier de 5 ans, du plan de réalisation de la Cité de l'optique de Québec. Il s'agit d'objectifs portant sur la croissance des chiffres d'affaires et des emplois.

- Globalement, les chiffres d'affaires de l'ensemble de l'industrie passeront de 146 millions de dollars en 1999, à environ 883 millions en 2004 et les emplois de 1 130 à plus de 5 400.
- **C'est au plan des entreprises existantes que les gains seront les plus significatifs** : de 114 millions de dollars à près de 490 millions, et les emplois de 764 à plus de 2 900.
- Les objectifs associés à l'attraction des entreprises sont aussi des plus importants. Après 5 ans, selon le plan, ces entreprises devraient avoir généré en 2004, plus de 300 millions de dollars de revenus et créé 1 750 nouveaux emplois.
- Au chapitre des nouvelles entreprises, les 15 qui s'ajouteront permettront de doubler la taille des entreprises actuelles, sans compter le nombre d'entreprises attirées. Bien que les données prévisionnelles paraissent minuscules, aux plans des revenus et des emplois, ces nouvelles entreprises sont garantes du futur de l'industrie.

Tableau des objectifs de résultats visés par l'édification de la Cité de l'optique au plan de la croissance des chiffres d'affaires et des emplois dans l'industrie de l'optique/photonique de Québec (5 ans : 2000-2004)

	Entreprises existantes		Entreprises créées		Entreprises attirées		Centres de recherche		Total	
	C.A.	Emplois	C.A.	Emplois	C.A.	Emplois	C.A.	Emplois	C.A.	Emplois
1998/1999 Année 0	114 \$	764	- \$	-	- \$	-	32 \$	366	146 \$	1130
2004 Année 5	488 \$	2904	23 \$	203	304 \$	1750	69 \$	562	884 \$	5419

* C.A. : CHIFFRES D'AFFAIRES, en million de dollars

À noter que sans la Cité, en 2004, en maintenant un rythme de croissance moindre que ces dernières années, les chiffres d'affaires globaux de l'industrie de la région pourraient augmenter à environ 350 millions de dollars, et l'emploi global à environ 2 200 personnes : soit environ le double (2) de l'existant.

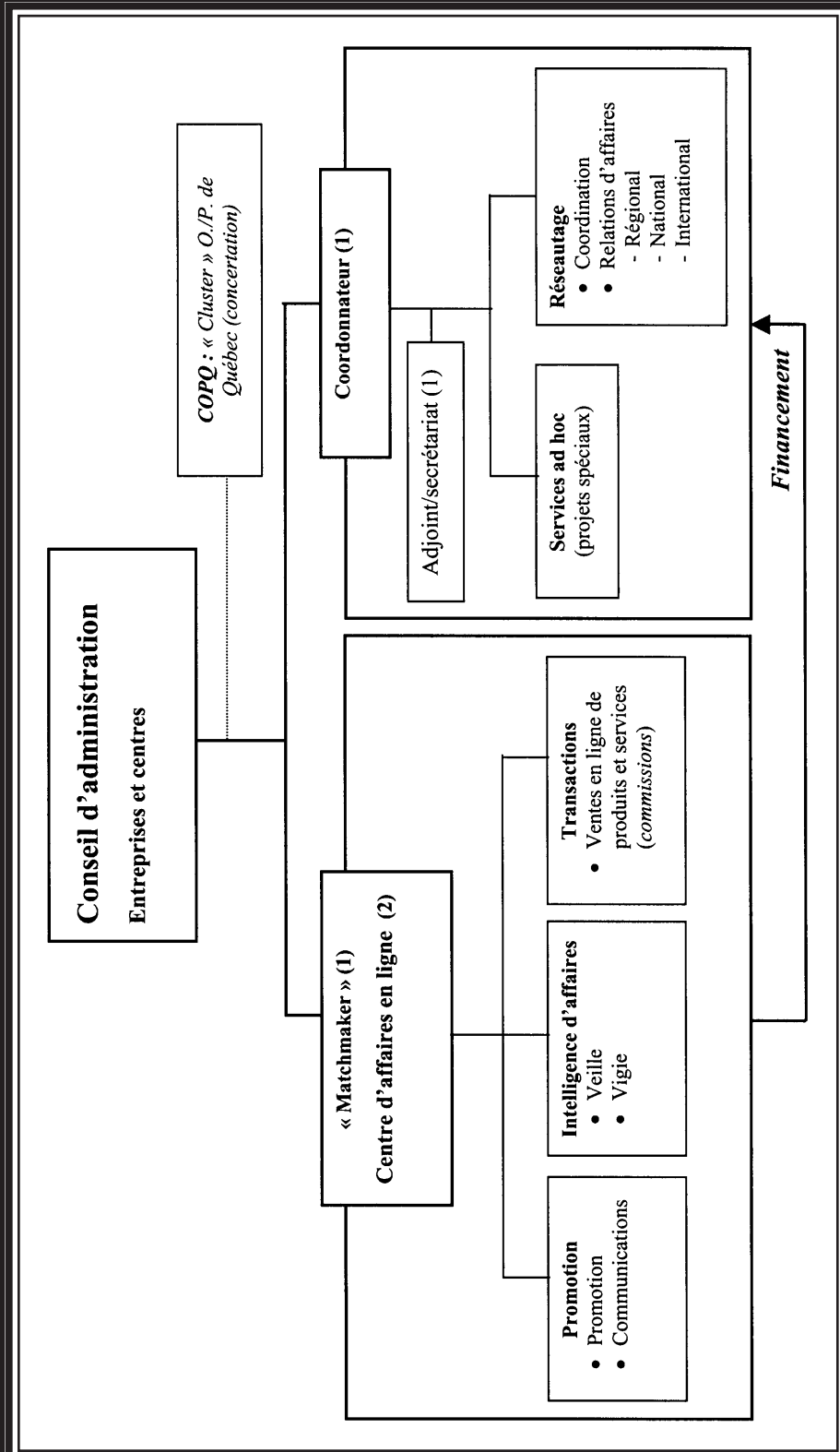
En somme, d'ici 5 ans la Cité contribuera à multiplier par six (6) les revenus globaux directs de l'industrie actuelle et par près de cinq (5) fois le nombre d'emplois directs existants. C'est un défi d'envergure à relever, possible par la réalisation de la Cité de l'optique de Québec telle que préconisée.

RECOMMANDATION 47

Les services d'affaires et de coordination à mettre en place auront pour tâche générale d'appliquer le plan de réalisation de la Cité de l'optique contenu dans ce rapport.

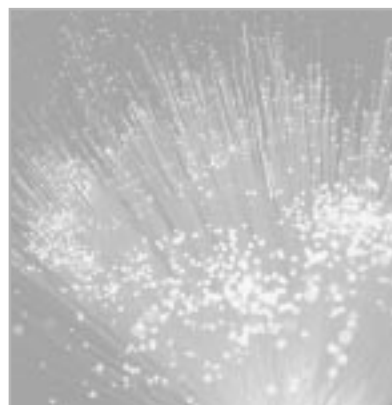
RECOMMANDATION 48

Il est proposé que ces services s'autofinancent par les bénéfices escomptés du Centre d'affaires en ligne.





ENGAGEMENTS ET PROJET



ENGAGEMENTS ET PROJET



ENGAGEMENTS

Le Gouvernement du Québec, par l'entremise son ministre des Finances, a rendu public son Budget 1999-2000. L'énoncé budgétaire a révélé l'intention et l'engagement fermes du gouvernement québécois de soutenir l'édification de la Cité. Ce soutien fut confirmé en juin dernier par l'annonce d'un ensemble de mesures fiscales et financières sur mesure pour la Cité projetée.

3.1 LE DÉVELOPPEMENT DES ENTREPRISES

ENGAGEMENT 1

La Société Innovatech a procédé à l'inventaire des technologies disponibles en optique/photonique dans les centres de recherche et entreprises de la région. Une vingtaine de technologies porteuses sont présentes. La Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches prévoit investir dans le démarrage et la croissance de 15 nouvelles entreprises, et ainsi en doubler le nombre dans la région.

ENGAGEMENT 2

Innovatech, s'engage à promouvoir la Cité auprès de l'industrie du capital de risque, et à rassembler des partenaires financiers de la Cité de la photonique pour subvenir aux besoins de capitaux, de l'ordre de 75 à 90 millions de dollars, pour la création de 15 entreprises, au cours des cinq prochaines années. Des démarches sont déjà entreprises à cet effet et devraient se conclure bientôt.

ENGAGEMENT 3

Innovatech s'engage à réunir une équipe d'experts techniques et financiers, afin de procéder à la valorisation des technologies inventoriées dans les 3 centres de recherches, et à faire la promotion de la valeur de ces technologies auprès des organisations de financement.

ENGAGEMENT 4

Innovatech, la Société générale de financement du Québec (SGF) et Investissement-Québec ont uni leurs efforts pour procéder à l'identification d'entreprises du domaine de l'optique susceptibles de s'implanter au Québec grâce à l'effet-Cité. Un mandat confié à une firme professionnelle, sous la supervision des trois organisations, prévoit le dépôt du rapport final en décembre prochain. À la lumière de ce rapport, la SGF et Investissement-Québec entreprendront leur travail de promotion et de prospection en misant sur les nombreux atouts du Québec, notamment ceux de la région de Québec, dans le domaine de l'optique.

ENGAGEMENT 5

Innovatech s'engage à procéder rapidement à une étude de conception et de faisabilité du projet Centre d'affaires en ligne (" e-business "), afin qu'il soit opérationnel en 2001.



ENGAGEMENT 6

Innovatech a invité des firmes professionnelles à s'engager à participer, bénévolement, à l'incubation et à la formation des 15 entreprises qu'elle veut financer, ainsi que ses partenaires financiers. De ces entreprises, 14 ont accepté de contribuer pour 1000 heures chacune pour une période de 5 ans, pour un total de 14 000 heures, au tarif régulier de la région de Québec. Ces firmes contribueront ainsi à cette action pour un total de plus de 2 millions de dollars.

Nom de l'entreprise	Domaine	Contribution
Cain Lamarre Casgrain Wells	Avocats	1000 heures
Desjardins Ducharme Stein Monast	Avocats	1000 heures
Flynn Rivard	Avocats	1000 heures
Géo Alliance International inc.	Services conseil Marketing International	1000 heures
Grondin Poudrier Bernier	Avocats	1000 heures
Heenan Blaikie Aubut	Avocats	1000 heures
Jolie-Cœur Lacasse Lemieux Simard St-Pierre	Avocats	1000 heures
KPMG	Comptables	1000 heures
Kronström Desjardins	Avocats	1000 heures
Lavery De Billy	Avocats	1000 heures
Leger Robic Richard	Spécialistes en brevet	1000 heures
Martineau Walker	Avocats	1000 heures
McCarthy Tétrault	Avocats	1000 heures
Raymond Chabot Grant Thornton	Comptables	1000 heures
	Total	14 000 heures

ENGAGEMENT 7

L'Institut national d'optique (INO) s'engage à évaluer la possibilité de mettre en place un Centre de services techniques où les entreprises de la région pourraient bénéficier d'équipements sophistiqués à des prix compétitifs.

3.2 LES CONDITIONS FACILITANTES

ENGAGEMENT 8

Le Centre des congrès de Québec s'engage à mettre sur pied un groupe de travail spécial, afin de prospecter les congrès du secteur de l'optique à attirer à Québec.

ENGAGEMENT 9

Le Musée de la civilisation du Québec s'engage à créer une exposition sur le thème de la lumière, qui débutera en octobre 2001 et qui se terminera en septembre 2002. Il serait souhaitable que la partie haute technologie de cette exposition devienne itinérante et fasse le tour des écoles secondaires du Québec, pour faire la promotion de la science et des institutions de la région de Québec qui les enseignent.

ENGAGEMENT 10

EX Machina, de concert avec Innovatech et l'INO, évaluera la possibilité de créer, à la Caserne Dalhousie, une vitrine internationale de la jonction des arts de la scène et des nouvelles technologies, dont évidemment l'optique/photonique.

ENGAGEMENT 11

Le Festival international d'été de Québec s'engage à collaborer pour que, dès le prochain Festival 2000, des techniques optiques soient utilisées pour la création de prestations " Musique et Optique ", et voire comme éléments de décors de scène et d'atmosphère en collaboration avec l'architecte Pierre Thibeault.



PROJET

Sous l'initiative et l'idéation de messieurs Régis Labeaume, Vice-président du Conseil d'administration de la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches, et Pierre Moreau, doyen de la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval, l'amorce des préparatifs d'un premier Sommet mondial de l'optique/photonique, à tenir à Québec en 2001, est en cours. Ce Sommet s'apparenterait, par sa formule, à celui de Davos en Suisse. Il rassemblerait à Québec, sur invitation (à tous les deux ans), les leaders des plus grandes entreprises mondiales du domaine, les décideurs gouvernementaux en sciences et en technologies, et d'éminents chercheurs en optique/photonique en provenance de divers pays.

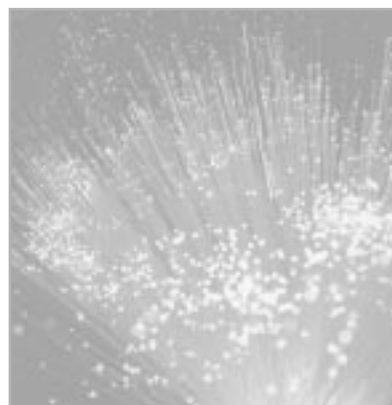
Différents partenaires approchés ont manifesté leur intérêt à participer à un tel événement : le professeur et chercheur Roger A Lessard, le Musée de la Civilisation, l'entreprise " Ex Machina ", sous la direction de Robert Lepage, l'architecte Pierre Thibeault, le Festival d'été international de Québec, la commission de la Capitale nationale du Québec et le Centre des Congrès de Québec.

Les retombées d'un tel événement concernent non seulement la population et la mobilisation du milieu québécois de l'optique/photonique, mais aussi la notoriété et la visibilité mondiales de l'industrie de l'optique/photonique de la région. Le but est de faire de Québec un lieu incontournable au sein des marchés mondiaux, et de vendre l'OPTOpole, afin d'ouvrir des marchés pour les entreprises et les centres, et pour attirer des entreprises.





RECOMMENDATIONS





Les recommandations concernent les actions à conduire en vue de réaliser la Cité de l'optique de Québec. Le développement de l'industrie en constitue la raison d'être. Les axes d'actions, les conditions facilitantes et la coordination sont autant de volets spécifiques qui contribueront à l'atteinte du but général de la Cité, développer les entreprises.

3.1 LE DÉVELOPPEMENT DES ENTREPRISES

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Favoriser le développement de l'industrie de l'optique/photonique de Québec par :

- La croissance des entreprises existantes;
- La création de nouvelles entreprises;
- L'attraction d'entreprises existantes, extérieures à la région.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 1

Œuvrer par la Cité, à la réunion de conditions favorables au développement d'entreprises basées sur les trois facteurs clés suivants : conditions-cadres propices, programmes gouvernementaux bien conçus et attitude culturelle positive du milieu envers l'entrepreneuriat.

RECOMMANDATION 2

Faire connaître à travers le monde l'OPTOpole de Québec comme pôle d'excellence des entreprises et des centres de recherche et de formation en optique/photonique et susciter des collaborations d'affaires avec les autres pôles et régions spécialisés dans ce domaine à travers le monde.

RECOMMANDATION 3

Par la Cité, mettre en place des processus régionaux efficaces, en démarrage d'entreprises technologiques, pour l'identification et l'accompagnement des nouveaux entrepreneurs sous forme de mentorat et/ou d'incubation, soutenus par des personnes ressources d'expérience.

RECOMMANDATION 4

Mettre en place un plan d'identification continue des technologies disponibles dans la région, et encourager les " spin-off " des centres de recherches vers l'industrie, en supportant les initiatives existantes (CRDV, INO, BVAR) en matière de transferts technologiques et d'essaimage.

RECOMMANDATION 5

Pour augmenter la masse critique des emplois et du nombre d'entreprises, œuvrer à attirer à Québec des entreprises du domaine, extérieures à la région; en élaborant et en réalisant un plan ciblé de prospection et de promotion mondial, par l'harmonisation des ressources existantes par l'entremise, entre autres, d'une équipe constituée en réseau, composée d'élus, d'industriels et d'organismes de promotion économique, en particulier celui de la SPEQM.



3.2 LES AXES D'ACTION

Afin de soutenir le développement des entreprises en optique/photonique, diverses actions sont à conduire : en matière de formation et de main-d'œuvre, de commercialisation internationale, de financement, de fiscalité et de recherche et développement.

3.2.1 LA MAIN-D'ŒUVRE ET LA FORMATION

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

De toute urgence, la Cité devra mettre en place un plan d'ensemble concernant une pénurie appréhendée de main-d'œuvre qualifiée en optique/photonique, à l'échelon de l'industrie de Québec. Ce plan devra comporter des mesures à court terme et à long terme portant sur la formation, le recrutement et la rétention, plus particulièrement en ce qui a trait à l'amélioration des conditions professionnelles de travail.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 6

Que les institutions d'enseignement de la région accordent une haute priorité à la formation spécialisée en optique/photonique, et qu'elles y allouent les ressources et budgets nécessaires, de concert avec les ministères de l'Éducation et de la Recherche, de la Science et de la Technologie, compte tenu des besoins en main-d'œuvre de l'industrie, identifiés pour les 5 prochaines années.

RECOMMANDATION 7

Réaliser le plan d'action suivant en deux volets, proposé par la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval.

VOLET 1 - Recommandation 7.1 portant sur les besoins à court terme de l'industrie :

- Géré par la FSG, au profit des entreprises et des centres, un guichet unique de formation et de coordination des enseignements en optique/photonique collégiaux et secondaires avec ceux de l'Université.
- L'édition, la mise à jour et la diffusion auprès des clientèles visées d'un catalogue commun des programmes en optique/photonique offerts par les institutions régionales.
- La structure de formation en optique/photonique à renforcer à la FSG, en génie informatique, mécanique et électrique, par une offre de cours optionnels en la matière.
- Réorganiser le programme du baccalauréat en génie physique, pour incorporer le maximum de formation en optique/photonique.
- La création d'un " *Centre international de formation continue* " offrant, en français et en anglais, des programmes de certificats et des formations courtes et spécialisées de haut niveau, s'adressant à des spécialistes diplômés et à des gestionnaires du domaine au Québec, au Canada et à l'étranger.
- Le développement d'un " *Centre de leadership* " d'envergure mondiale proposant des activités de formation et de sensibilisation en entrepreneuriat, gestion, technologies et marchés de l'optique/photonique, etc., à l'intention de dirigeants de l'industrie et/ou de d'autres domaines (ex. courtiers en valeurs mobilières, haut fonctionnaire, etc.).
- Créer une entente avec l'Ordre des Ingénieurs du Québec en matière de recyclage de la main-d'œuvre en génie pour l'industrie de l'optique/photonique de la région.
- L'établissement, sous l'initiative de la FSG, de partenariats entre l'industrie et les institutions d'enseignement (secondaire, primaire etc.), afin de bonifier et de concerter la formation en optique et en photonique à l'échelle de la région.
- Organiser de façon régulière (ex : 1 fois par trimestre) des événements visant la sensibilisation de la relève.



VOLET 2 - Recommandation 7.2 portant sur les problématiques à moyen et long termes :

- Aux deuxième et troisième cycles universitaires, tenant compte du premier cycle, consolider et mieux articuler l'ensemble de la formation et de la recherche universitaires spécifiques à l'optique/photonique, en misant sur l'existence au sein de la Faculté de différentes disciplines scientifiques et d'ingénierie, afin d'harmoniser de façon multidisciplinaire leur contribution respective sur la base de projets structurants.
- Du fait que l'industrie régionale soit peu présente dans les principaux courants de marché que sont les TIC, que la FSG amorce, dès que possible, un projet intégré d'envergure, plus particulièrement en communications optiques, en y associant, à l'échelle régionale, les centres de recherche et certaines entreprises, sans compter les compétences des autres pôles technologiques de la région en TI.
- Renforcer et mieux intégrer le COPL à la FSG comme lieu moteur de haut savoir en physique et génie de l'optique/photonique.
- Afin de raffermir une activité d'excellence reconnue dans la région, au Québec, au Canada et dans le monde, que les directions supérieures de la FSG et de l'Université Laval examinent des voies de solution appropriée à leur cadre de fonctionnement et de financement, en faisant appel aux ressources des ministères de l'Éducation et de la Recherche, Science et Technologie, ainsi que de l'industrie de la région et d'ailleurs.

RECOMMANDATION 8

Évaluer l'opportunité de créer un baccalauréat en génie de l'optique/photonique à la FSG.

RECOMMANDATION 9

Que la FSG offre la possibilité d'un volet de formation en communications optiques et photoniques dans la région auprès de l'Institut international des télécommunications récemment créé à Montréal, afin de valoriser une contribution réciproque des ressources de formation industrielle des deux régions.

RECOMMANDATION 10

Que les entreprises facilitent la mise en disponibilité de leur personnel auprès des institutions d'enseignement collégiaux et universitaires.

RECOMMANDATION 11

Il importe que l'Université Laval, de concert avec le ministère de l'Éducation considèrent l'optique/photonique comme une activité majeure et prioritaire de l'Université, de manière à y allouer les ressources adéquates, de façon à :

- Inciter chercheurs et étudiants à poursuivre leurs activités avec des moyens adéquats.
- Augmenter le corps professoral en optique/photonique et à assurer sa relève.
- Doter la FSG de budgets appropriés pour l'achat et le renouvellement des équipements requis pour un enseignement à jour en optique et en photonique.
- Encourager de façon tangible les entreprises du domaine à faire des dons d'équipements de pointe à la FSG.

RECOMMANDATION 12

Au niveau collégial, par l'entremise du Ministère de l'Éducation :

- Doter les collèges offrant une formation spécialisée en optique/photonique de budgets appropriés pour l'acquisition et le renouvellement et la mise à jour d'équipements.
- Encourager de façon tangible les entreprises à donner des équipements de pointe aux institutions d'enseignement.

RECOMMANDATION 13

Au sein des différents programmes collégiaux et universitaires, mieux préparer les étudiants aux réalités de la mondialisation en insérant de la formation complémentaire, permettant de sensibiliser les étudiants, entre autres, aux marchés internationaux, au multiculturalisme, au multilinguisme, etc. Par exemple : faire en sorte que l'apprentissage d'une langue seconde dans les programmes de baccalauréat reliés à l'optique/photonique devient une condition de réussite au même titre que toute autre matière.



- Proposer des cours optionnels reliés à la commercialisation internationale dans les programmes de formation universitaires et collégiaux.
- Proposer des cours optionnels reliés à la haute technologie dans les programmes de formation en administration et en marketing.

RECOMMANDATION 14

Que la Cité, en collaboration avec la FSG, conçoivent et réalisent un plan d'action visant à favoriser le retour des diplômés ayant quitté la région, à la fois comme moyen d'augmenter le nombre de spécialistes de haut niveau et de constituer un bassin d'entrepreneurs potentiels en fonction des avantages d'affaires générés par la Cité.

RECOMMANDATION 15

Mettre en place une action de nature incitative visant la rétention de la main-d'œuvre hautement qualifiée dans la région.

RECOMMANDATION 16

Favoriser les interactions entre les universités, les centres de recherche, les entreprises et les centres d'incubation, dans le but de créer des conditions favorables à la fois pour la rétention des diplômés et pour le développement de l'entrepreneuriat.

RECOMMANDATION 17

Par l'entremise de programmes spécifiques, notamment avec la collaboration d'Emploi Québec, soutenir et inciter les entreprises et les centres de R&D de l'industrie à offrir, à leur personnel, de la formation de base et de type perfectionnement en optique/photonique.

RECOMMANDATION 18

Faciliter les procédures d'immigration pour les ressources humaines hautement qualifiées en optique/photonique : ex. obtention de visas spéciaux dans des délais rapides.

RECOMMANDATION 19

Au sein de la Cité, assurer la continuité du " comité de travail main-d'œuvre et formation " créé dans le cadre des travaux préparatoires à son édification.

3.2.2 LA COMMERCIALISATION INTERNATIONALE

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Faire de la commercialisation internationale une activité prioritaire de l'industrie, par l'entremise de la Cité.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 20

En matière de commercialisation internationale, que par la Cité soit conçu et réalisé un plan d'action particulier reposant notamment sur :

- La formulation d'une stratégie orientée vers les marchés mondiaux.
- L'engagement commun et volontaire de l'industrie et des organisations publiques de la région, d'une manière qui respecte les façons d'être et de faire commerciales des acteurs.
- Le soutien à la formation et au recrutement d'expertises de pointe en cette matière, ainsi qu'à l'allocation de ressources financières appropriées.
- L'utilisation, la valorisation et l'amélioration des programmes publics existants d'aides à la commercialisation et à l'exportation,
- Enfin, et surtout, la mise en réseau mondial de l'industrie, par une action structurante en ligne de type " e-business " au cœur de la Cité.

RECOMMANDATION 21

Pour rehausser le niveau moyen des compétences en commercialisation de l'industrie, des organismes, des institutions et instances de la région, par la Cité, il y a lieu d'agir afin de :

- favoriser la tenue de séminaire de formation de haut niveau (pour dirigeants);
- initier à la commercialisation les futurs chercheurs et ingénieurs;
- contribuer à la formation opérationnelle, sur ce plan, des nouveaux entrepreneurs;
- réaliser une action spécifique de recrutement de compétences de haut niveau en commercialisation, à l'extérieur de la région.

RECOMMANDATION 22

En fonction des actions commerciales des entreprises, par la Cité :

- créer une vitrine technologique des produits et services en optique/photonique de la région, dans l'esprit de l'événement Opto-Contact;
- concevoir et appliquer une stratégie de marque de commerce faisant par exemple usage d'un sceau de qualité tel que " Québec OPTOpole ";
- en collaboration avec la SPEQM, favoriser des activités de promotion et de communication, du type participation commune, à des foires commerciales internationales et des publicités coopératives dans des magazines commerciaux, etc.;
- soutenir les actions à l'exportation des entreprises, en coordonnant et en informant sur la disponibilité des programmes publics du MIC et d'Industrie Canada;
- en continuité, et en collaboration avec la SPEQM, contribuer à la poursuite de l'organisation d'événements commerciaux tel qu'Opto-Contact.

RECOMMANDATION 23

Favoriser les pratiques de partenariat, d'alliances stratégiques et de réseautage au sein de l'industrie, notamment, mettre la Cité en réseau mondial avec les autres régions optique/photonique, certaines technopoles, des regroupements industriels et professionnels, les " grappes " d'optique/photonique nord américains, etc..

RECOMMANDATION 24

De manière à télescoper le développement en cours en matière de commercialisation électronique de type " e-business ", concevoir et développer un " **Centre d'affaires en ligne** " (CAEL) au cœur de la Cité :

- Le doter de trois outils agissant en synergie : la promotion, l'intelligence d'affaire et la transaction.
- Réaliser une étude de conception et de faisabilité, pour mettre au point et vérifier les aspects financiers, le marché, la structure, l'expertise, l'échéancier du CAEL etc.. Cette étude est à débiter de façon extrêmement urgente.
- Inscrire la mise au point du CAEL dans une perspective " prototypale ", selon un modèle pouvant s'appliquer à d'autres situations de développement technologique dans la région et au Québec.

RECOMMANDATION 25

Que la Cité adopte un nom distinctif, dans le contexte mondial de l'Internet, et qu'à ce titre, elle considère celui qui se prête aussi bien au français qu'à l'anglais, soit, **Québec OPTOpole** (" *optopolis* ", synonyme de cité de l'optique).



3.2.3 Le Financement

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Accélérer la mise à niveau industriel de la production et de la commercialisation de masse et de l'industrie de l'optique/photonique de Québec, en accroissant et en facilitant l'usage des capacités financières disponibles.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 26

Dans le cadre de sa mission de financement régional en haute technologie, que la Société Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches assume un leadership dans la région en ce domaine, afin de favoriser la mise au point et l'application de programmes adaptés aux besoins de l'industrie, et de sensibiliser le milieu financier québécois aux particularités de l'industrie de l'optique/photonique, tout en offrant, cas par cas, une expertise de pointe au chapitre du financement des projets de celle-ci.

RECOMMANDATION 27

Qu'en réponse aux besoins de l'industrie par Innovatech, un partenariat de financement soit développé entre les diverses institutions du secteur au Québec, pour réunir les fonds nécessaires au soutien à la croissance des entreprises existantes et au démarrage de nouvelles entreprises.

RECOMMANDATION 28

Pour l'achat d'équipement de production, qu'Investissement-Québec accélère et simplifie la procédure de son programme de garanties de prêt auprès des prêteurs, notamment que le niveau moyen de garantie qui prévaut soit plus élevé pour l'industrie optique/photonique.

3.2.4 La fiscalité

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Dans le cadre de la réalisation de la Cité de l'optique de Québec, que le ministère des Finances applique, de façon bonifiée, les mesures fiscales s'adressant à l'industrie de l'optique/photonique de la région, telles qu'annoncées dans le texte du Budget 1999-2000 et précisées dans un bulletin en juillet 1999.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 29

Que le Ministère des Finances enlève la date-butoir indiquée dans le programme fiscal.

RECOMMANDATION 30

Que le Ministère précise la notion de rémunération dans le cas des dépenses admissibles au volet commercialisation, afin d'inclure les modes de rémunération qui ont cours à cet égard dans l'industrie.

RECOMMANDATION 31

Assurer un niveau élevé de diligence dans le traitement des dossiers du crédit fiscal à l'optique/photonique, pour assurer un remboursement rapide, et pour faciliter, aux entreprises, de meilleures disponibilités de leurs fonds de roulement.

RECOMMANDATION 32

Que l'industrie fasse usage des mesures existantes de congés fiscaux pour la main-d'œuvre de haut niveau provenant de l'extérieur du pays (ex. chercheurs étrangers spécialisés en optique/photonique).

3.2.5 LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Consolider et dynamiser davantage les activités régionales de R&D en optique/photonique sur la base des éléments suivants :

- Renforcer les activités de R&D, particulièrement de type " packaging ", de produits et de services, au sein des entreprises.
- Favoriser les interactions de recherche entre les différents acteurs régionaux, particulièrement en ce qui a trait aux liens de collaboration entre les entreprises et les centres de recherche.



- Favoriser et accroître les transferts de technologies des différents centres vers l'industrie, afin de multiplier le nombre de nouvelles entreprises créées.
- Intensifier les activités de recherche fondamentale en optique/photonique.
- Soutenir la croissance des activités des centres de recherche par l'octroi de ressources appropriées.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 33

Afin d'augmenter le nombre d'entreprises, les centres de recherche sont invités à inscrire dans leur mission, l'objectif de favoriser les transferts de technologies vers l'industrie, et de mettre en place des processus d'incubation/mentorat de nouvelles entreprises.

RECOMMANDATION 34

Au sein de la région et des autres régions du Québec, que les trois centres régionaux de recherche renforcent leurs échanges technologiques avec les entreprises du domaine, ainsi qu'avec des entreprises et des centres de recherche industriels provenant d'autres secteurs d'affaires, afin d'augmenter les applications de produits et de services en optique/photonique.

RECOMMANDATION 35

En vue de diversifier et d'accroître les activités et les secteurs industriels d'excellence de la région en optique/photonique, établir dans, le cadre de la Cité, des liens de coopération; principalement entre les trois centres de recherche régionaux, sur la base de projets de recherche d'envergure mondiale, orientés vers le développement de technologies clés, notamment en TIC, à partir non seulement des meilleures compétences de l'industrie, mais avec les autres compétences de pointe existantes dans les autres pôles technologiques, et dont le leadership de gestion de projet devra être assumé par celui qui détient l'expertise principale (ex : nano-structures, nouveaux matériaux, nouveaux matériaux, composants MEMS, etc.).

RECOMMANDATION 36

Afin de dynamiser encore plus le potentiel de recherche de la région et les revenus des centres de recherche, mettre en place des offres commerciales communes, ciblées sur des secteurs régionaux d'excellence mondiale en R&D de la région, s'adressant aux marchés mondiaux par l'entremise du Centre d'affaires en ligne projeté, (ex. laser, vision et imagerie, LIDAR, communications optiques, etc.).

RECOMMANDATION 37

De manière à mieux faire profiter l'industrie de la région de ses savoirs et de ses ressources, en collaboration avec la Cité, soutenir le CRDV dans l'élaboration d'une stratégie et des actions visant les actions suivantes :

- Lors de rencontres annuelles, informer les entreprises et les organismes régionaux des occasions d'affaires que le Centre offre et, de la sorte, favoriser leur participation accrue aux projets d'envergure pilotés par le CRDV.
- Développer une stratégie pour capitaliser sur les liens d'affaires du CRDV avec les grandes entreprises canadiennes.
- Mettre l'infrastructure excédentaire du CRDV à la disposition de la région à diverses fins : incubation d'entreprises, centres de formation, installations régionales, etc..
- En l'utilisant comme levier, rehausser le degré d'intervention du gouvernement fédéral dans le domaine de l'optique/photonique à Québec.
- Que le CRDV fasse connaître les groupes de recherches et les comités internationaux (en particulier ceux de l'OTAN) sur lesquels les entreprises et les centres de recherche de la région peuvent siéger et, de cette manière, être informés de contrats éventuels.
- Par la Cité, accompagner les efforts de développement de partenariats et de transferts technologiques du Centre vers l'industrie civile.



RECOMMANDATION 38

Dans le cadre de sa transformation en agence, que le CRDV étudie et fasse place à la possibilité de détenir des actions ou de l'équité dans les entreprises créées lors de ses transferts technologiques.

RECOMMANDATION 39

Pour consolider une excellence de recherche et un rôle de soutien à l'industrie largement reconnue, que l'INO étudie et présente, aux deux paliers de gouvernement, les orientations et les modalités d'un mode de financement public accru et plus souple, selon la nouvelle formule suivante : pour " 2 \$ obtenus de contrats et de ventes ", l'INO recevra des deux gouvernements un total de " 1 \$ de financement public ". Ce faisant, les gouvernements devraient porter à 5 ans la durée des ententes contractuelles de son financement.

RECOMMANDATION 40

En fonction d'allocation de ressources accrues de la part de l'Université Laval, améliorer les liens qu'entretient le COPL avec l'industrie de l'optique/photonique québécoise et canadienne dans ses secteurs principaux de compétence, afin :

- d'entreprendre des transferts technologiques à partir de technologies novatrices spécifiquement identifiées, et en collaboration avec le BVAR;
- d'augmenter les recherches effectuées conjointement avec l'industrie, surtout avec les entreprises de la région et du Québec.

RECOMMANDATION 41

Que les centres de recherche et de formation mettent en valeur, non seulement les recherches et les technologies, mais aussi les chercheurs individuels émérites de la région.

RECOMMANDATION 42

Créer un comité restreint de coordination au sein de l'OPTOpole pour coordonner et favoriser des activités communes de R&D dans la région.

3.3 LES CONDITIONS FACILITANTES

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Soutenir l'édification de la Cité de l'optique de Québec, en faisant appel aux ressources et aux initiatives de l'environnement de l'industrie, soit les organisations et les instances régionales et gouvernementales (économiques, sociales et culturelles etc.).

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 43

Que la Cité soutienne et collabore aux initiatives **engagées** dans la région pour accompagner et faciliter ses activités technologiques, industrielles et commerciales, telles que : les diverses actions gouvernementales et régionales en haute technologie et en développement économique; les projets de sensibilisation auprès des femmes, des jeunes, du grand public et des décideurs; l'organisation projetée d'un Sommet mondial de l'optique/photonique à tenir à Québec, en plus de l'exposition sur le thème de " La lumière " programmée par le Musée de la civilisation, de même que le projet Synapse.

RECOMMANDATION 44

Que les membres de la Cité de l'optique décident de la localisation de leurs services d'affaires et de coordination, en tenant compte du " centre de gravité " actuel de l'industrie qui se situe au Parc technologique métropolitain de Québec, et dont l'organisation de gestion est prête à assister leur démarrage et leur développement en fournissant, au besoin, des services administratifs et des infrastructures.

RECOMMANDATION 45

Face à l'évolution des différents programmes de formation, il importe de sensibiliser et d'informer, de façon continue, les jeunes de la région sur les perspectives d'emploi en optique/photonique dans la région de Québec.



RECOMMANDATION 46

Que les instances gouvernementales concernées soutiennent financièrement l'initiative et les projets du Centre de démonstration en sciences physiques (CDSP) du Collège François-Xavier-Garneau.

3.4 LA COORDINATION ET LA MISE EN ŒUVRE DE LA CITÉ

RECOMMANDATION GÉNÉRALE

Créer un service d'affaires et de coordination pour orienter et gérer la Cité de l'optique de Québec, dirigé par des membres des entreprises de plus de 5 employés, ainsi que des centres de recherche de la région et les institutions d'enseignement.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

RECOMMANDATION 47

Les services d'affaires et de coordination à mettre en place auront pour tâche générale d'appliquer le plan de réalisation de la Cité de l'optique contenu dans ce rapport.

RECOMMANDATION 48

Il est proposé que ces services s'autofinancent par les bénéfices escomptés du Centre d'affaires en ligne.

