

Conseil de la science et de la technologie

AVIS

MÉMENTO

# BÂTIR ET INNOVER

TENDANCES ET DÉFIS  
DANS LE SECTEUR  
DU BÂTIMENT



Québec 

Conseil de la science et de la technologie

A V I S  
**BÂTIR**  
ET **INNOVER**

TENDANCES ET DÉFIS  
DANS LE SECTEUR  
DU BÂTIMENT

**MÉMENTO**

Québec 

## **Conseil de la science et de la technologie**

1200, route de l'Église  
3<sup>e</sup> étage – bureau 3.45  
Sainte-Foy (Québec)  
G1V 4Z2  
Téléphone: (418) 644-1165  
Télécopieur: (418) 646-0920

Ce document est disponible sur le site Web du Conseil de la science et de la technologie : <http://www.cst.gouv.qc.ca>.

### **Rédaction du mémento**

André Lemelin  
Les Productions de l'espace-temps inc.

### **Révision linguistique**

Le Graph

### **Conception graphique**

Éditions MultiMondes

### **Photographie de la couverture (édifices)**

Pierre Bédard

### **Impression**

Imprimerie Le Renouveau

© Gouvernement du Québec 2003  
Dépôt légal : 1<sup>er</sup> trimestre 2003  
Bibliothèque nationale du Québec  
Bibliothèque nationale du Canada  
ISBN : 2-550-40705-9

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	5
<b>Les grandes tendances</b> .....	7
L'industrialisation .....	8
Les technologies de l'information .....	11
Les pratiques organisationnelles .....	13
La construction durable .....	15
<b>La situation au Québec</b> .....	19
Recherche et formation .....	20
Innovation et exportation .....	23
La réglementation .....	24
La sécurité .....	26
<b>Recommandations</b> .....	27
<b>Annexes</b>	
Annexe 1 – Les membres du Comité de pilotage .....	29
Annexe 2 – Les membres du Conseil de la science et de la technologie .....	31

Ce mémento résume l'avis du Conseil de la science et de la technologie, *Bâtir et innover. Tendances et défis dans le secteur du bâtiment*. Pour obtenir une information plus complète, le lecteur peut consulter le texte intégral de l'avis dans le site Web du Conseil, à l'adresse suivante : [www.cst.gouv.qc.ca](http://www.cst.gouv.qc.ca).

# Introduction

**A**u cours des vingt années qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale, l'industrie de la construction est devenue le fer de lance des économies nationales. Les gouvernements agissaient comme principal moteur de cette croissance, à la fois par leurs commandes et par leurs investissements en R-D. Puis la relative satisfaction des besoins en logements et en infrastructures, mais aussi les difficultés budgétaires croissantes des gouvernements ont entraîné un désengagement progressif de l'État. La construction ne faisait plus partie des priorités. Bien que la conjoncture actuelle soit plus favorable, la plupart des prévisions sont assez pessimistes. Ainsi, au Québec, le marché de la construction, qui a rétréci de moitié en dix ans, ne devrait pas connaître de boom spectaculaire, pour cause de déclin démographique et de contrôle des dépenses.

De nombreuses comparaisons désavantageuses avec les industries de la nouvelle économie forcent maintenant ce secteur à s'interroger sur ses pratiques et sur ses capacités d'innovation. Par son avis intitulé *L'innovation dans le secteur du bâtiment*, le Conseil a voulu explorer l'innovation dans un secteur traditionnel réputé peu innovant. Cet examen revêt une grande importance, du fait de la taille du secteur (près de 9 % du PIB québécois), de la faible croissance de la productivité qu'on y observe et de la perspective nouvelle d'une concurrence étrangère. L'étude a porté avant tout sur le bâtiment, donc sur la construction résidentielle et non résidentielle (l'industrie de la construction comprend également les travaux de génie).



# Les grandes tendances

Plus un processus qu'une industrie, la construction est une activité complexe. Il s'agit classiquement de l'exécution séquentielle de différentes tâches qui vont de la définition des besoins jusqu'à l'exploitation du bâtiment. L'adjudication des contrats au plus bas soumissionnaire a une influence structurelle majeure. L'organisation du travail y est décentralisée, la coordination informelle, si bien que chaque acteur tend à transférer aux suivants les problèmes éprouvés dans l'exécution de sa tâche. L'unicité de chaque projet freine l'adoption de techniques de production de masse et amène à travailler ensemble, de façon temporaire, des entreprises qui souvent ne se connaissent pas. Les problèmes de communication, voire les antagonismes (et les recours aux tribunaux) qui s'ensuivent ne sont pas propices à l'innovation.

La R-D est centrée sur la mise au point de nouveaux matériaux et composants, beaucoup plus rarement sur l'amélioration des processus. Depuis un siècle, ces nouveaux matériaux ont été produits par de grandes firmes du secteur manufacturier qui disposent de bonnes capacités de R-D. Dans la plupart des cas, ils ne représentaient qu'un pourcentage relativement faible du chiffre d'affaires de ces entreprises. Les instituts de recherche gouvernementaux ont joué un rôle fort utile en testant leur conformité aux normes.

L'industrie de la construction a intégré deux fois plus d'innovations entre 1946 et 1965 que pendant les vingt années suivantes. On assiste bien à une reprise depuis 1986, mais

globalement, depuis trente ans, l'innovation a faibli dans la construction pendant qu'elle s'intensifiait dans l'ensemble des secteurs.

Les obstacles à l'innovation sont nombreux dans le bâtiment. La majorité des clients, peu avertis sur le plan technologique, ne peuvent constituer une source importante d'innovations. Le risque lié à un projet est très élevé, le mauvais fonctionnement d'un seul matériau, par exemple, pouvant entraîner des conséquences graves sur l'ensemble de la structure. L'industrie est fragmentée en une multitude de petites firmes aux ressources limitées, qui interagissent peu. Les innovations réalisées en cours de route par les sous-traitants se perdent. Tout au long du vingtième siècle, on a identifié les mêmes problèmes dans l'ensemble des pays industrialisés. La gestion est déficiente à toutes les étapes, à commencer par la conception. Le manque d'informations détaillées chez tous les acteurs (client, concepteurs, maîtres d'œuvre et sous-traitants) quant à la façon de procéder est un phénomène généralisé. Dans plusieurs études, l'estimation des coûts de la faible qualité varie entre 10 % et 20 %, la médiane se situant à 12 %. Le gaspillage de temps et de matériaux peut être observé un peu partout sur les chantiers. La qualité des bâtiments et la sécurité des travailleurs sont également affectées. Les gestionnaires de chantier n'exercent pas de véritable contrôle de la production, ne reconnaissent pas la nécessaire interdépendance des parties concernées. Le choix des sous-traitants en fonction du seul prix peut s'avérer fort néfaste à l'innovation.

C'est le plus souvent par la préfabrication et l'industrialisation que l'on a tenté de remédier aux problèmes de productivité, de coût et de qualité depuis quarante ans.

## **L'industrialisation**

Depuis de nombreuses années, les architectes et les ingénieurs ont tenté à plusieurs reprises d'importer dans le secteur du

bâtiment les techniques de production élaborées dans le secteur manufacturier en vue d'augmenter la productivité, de réduire les coûts associés à la main-d'œuvre et d'améliorer la qualité du produit. La préfabrication représente un premier pas vers l'application au bâtiment de méthodes de production industrielle en favorisant le développement de systèmes de construction. Le bâtiment peut être vu comme un système composé de sous-systèmes : fondations, structure, enveloppe, services, travaux intérieurs et équipement. Un système de construction peut se limiter à un seul sous-système ou en intégrer plusieurs. L'objectif est de réduire le coût de production en réduisant au minimum les interventions sur le chantier et en profitant au maximum des techniques de production manufacturière. Il procède d'une vision systémique englobant les aspects techniques, économiques, de gestion, de mise en marché et d'exploitation. Mais certaines caractéristiques de l'industrie du bâtiment limitent sa capacité d'adaptation à cette vision. Les systèmes de construction ont trouvé leur principale application dans le secteur commercial, où l'échelle des projets permet d'amortir les investissements nécessaires. Le secteur résidentiel est resté relativement imperméable à ce type de production.

Les constructeurs japonais constituent la référence en matière d'industrialisation du processus de production. Cinq grandes firmes, issues de conglomérats, se partagent 20 % du marché important des maisons neuves. Elles disposent de centres de recherche employant des centaines de techniciens et de scientifiques et sont intégrées verticalement, de la conception à la production et à l'assemblage.

En Suède, en 1995, la production était dominée à 95 % par la préfabrication en usine, à l'aide de méthodes permettant une économie de 25 % à 40 % sur les techniques traditionnelles. Depuis le début du vingtième siècle, l'intervention gouvernementale dans le domaine de l'habitation a fait de ce secteur l'un des moteurs de l'économie.

En raison du déclin de l'accès à la propriété aux États-Unis, le gouvernement a lancé le programme *Partnership for Advancing Technologies in Housing* (PATH) en 1998. Les deux grandes priorités proposées à l'industrie sont la réduction du coût des maisons par l'amélioration des techniques de production et l'accroissement de la durabilité des produits.

Au Québec, on estime que la part de l'habitation préfabriquée représente entre 10 % et 15 % des mises en chantier résidentielles. Cette proportion se compare avantageusement au taux de pénétration de la maison préfabriquée aux États-Unis (si on fait exception de la maison mobile).

La complexité du processus de construction, liée à la multitude de besoins concurrents que doit satisfaire le produit fini, reste le principal obstacle à la production massive de bâtiments manufacturés. Les systèmes de construction industrialisés ne sont pas parvenus à supplanter les méthodes traditionnelles, mais de nouvelles conditions du marché semblent maintenant favorables à une plus grande utilisation de ces systèmes : le besoin d'augmenter la productivité, des exigences croissantes en matière de garantie de qualité et de développement durable, la pénurie de la main-d'œuvre dans les pays industrialisés et l'ouverture des marchés à l'exportation. Il faudra cependant pousser le développement selon certains axes : complexification des composants, automatisation et robotisation à toutes les étapes, plus grande flexibilité du design, intégration au design des contraintes liées aux nouvelles méthodes.

Les systèmes dits ouverts répondent à ces exigences, en permettant l'assemblage de composants issus de différents manufacturiers, à la condition d'effort de standardisation des dimensions et des interfaces. Avec le bâtiment ouvert, on cherche à séparer la structure architecturale de l'utilisation qui en est faite, de façon à permettre l'adaptabilité du bâtiment. Si la Finlande et le Danemark ont fait des progrès en ce domaine, une normalisation internationale complète n'est pas pour

demain. On cherche donc actuellement à intégrer les points forts des systèmes ouverts et fermés dans les systèmes dits flexibles.

## Les technologies de l'information

L'utilisation des technologies de l'information facilite l'intégration des différentes étapes du processus de construction, de manière à ce que l'information soit partagée par tous les acteurs d'un projet. Les TI peuvent être appliquées à l'ensemble des opérations de développement du bâtiment, tout au long de son cycle de vie. Les coûts inhérents à leur utilisation limitent pour le moment cette utilisation aux grands projets.

Chez les entrepreneurs en construction du Québec, le recours aux TI est en général restreint aux utilisations simples, bien maîtrisées et abordables et qui ont un impact immédiat sur la productivité. Dans l'ensemble des entreprises québécoises, les constructeurs sont les plus faibles utilisateurs du courrier électronique et producteurs de sites Web, parmi les moins branchés à Internet, les moins bien pourvus en spécialistes des TI et les utilisateurs les moins fréquents de logiciels de gestion de stock. En revanche, ils comptent parmi les premiers utilisateurs de logiciels de comptabilité et de gestion de projet. La fonction communication revêt donc moins d'importance à leurs yeux, ce qui illustre une lacune persistante : la dissociation des étapes de conception et de construction.

L'utilisation des TI s'est surtout imposée à l'étape de la conception, chez les architectes et les ingénieurs qui ont recours à divers outils de conception assistée par ordinateur (CAO). Chez les entrepreneurs, ces logiciels sont globalement beaucoup moins utilisés, et quatre fois moins dans le secteur résidentiel que dans le secteur non résidentiel. Cela traduit l'absence des architectes et des ingénieurs dans la plupart des projets résidentiels. Ces technologies sont également moins répandues

au Québec qu'en Ontario et dans l'ensemble du Canada, peut-être en raison de la taille des entreprises. Au Canada, la représentation des bâtiments en 3D ne correspond de toute façon qu'à 5 % du temps d'utilisation des logiciels de CAO, alors que la modélisation 3D (*product model*) correspond à seulement 1 % – sans parler des technologies plus sophistiquées comme la simulation et la réalité virtuelle. Les mêmes techniques représentent respectivement 22 % et 13 % du temps d'utilisation en Finlande, 24 % et 11 % en Suède. Les technologies de pointe ne font pas non plus partie des priorités à court terme des entreprises canadiennes. Cela étant dit, les outils disponibles ne sont pas encore pleinement à la hauteur des exigences de la profession.

Les données numériques produites par les systèmes de CAO peuvent alimenter des systèmes de fabrication assistée par ordinateur (FAO). Les usines de préfabrication japonaises et suédoises se démarquent nettement à cet égard. On obtient ainsi, à moindre coût, des composants fabriqués avec une plus grande précision et avec toute la souplesse voulue, ce qui ouvre la porte à une véritable production de masse sur mesure. La simulation d'un tel processus de production réalisé à l'institut Fraunhofer, en Allemagne, a donné les résultats suivants : diminution de la durée des contrats de 40 %, augmentation du chiffre d'affaires de 20 %, diminution des retards de livraison de 40 %.

La simulation a surtout été employée pour évaluer la performance énergétique des bâtiments, des échanges thermiques et de la climatisation. Bien que l'expertise existe au Québec, cette technique est vraisemblablement utilisée dans moins de 10 % des nouvelles constructions.

L'élaboration d'une représentation standardisée des divers éléments d'un bâtiment est l'un des domaines de recherche les plus actifs. Le format DXF d'AutoCAD est la norme de facto de l'industrie. L'International Standard Organization (ISO) propose quant à elle la définition de la norme STEP, mais son processus

de consultation et d'approbation est très lent. Aussi, un regroupement de constructeurs et de concepteurs de logiciels de CAO, l'International Alliance for Interoperability, a entrepris une initiative complémentaire, qui vise la promotion du langage IFC. Celui-ci est un ensemble d'objets représentant un bâtiment et permettant de partager l'information tout au long d'un projet.

Le rythme d'introduction des TI et leur contribution à des objectifs de rentabilité jouent un rôle décisif dans la réussite de leur implantation. Le programme de salle de plans virtuelle de l'Association de la construction du Québec est un exemple d'implantation graduelle de technologies complexes. Elle permet aux entrepreneurs qui désirent déposer une soumission de télécharger des dessins techniques et d'économiser ainsi temps et argent dans leur évaluation des travaux à réaliser. L'augmentation de la puissance des ordinateurs et le développement de logiciels spécialisés permettent d'adapter plus facilement au secteur du bâtiment des méthodes d'organisation de la production utilisées dans le secteur manufacturier. Les frontières entre les processus de conception, de fabrication, de construction et d'exploitation tendent donc à s'estomper, puisque tous ces processus sont pris en compte dans la conception.

La domotique est l'ensemble des technologies du bâtiment, de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les domiciles pour les rendre « intelligents ». Le marché, florissant en Chine, tarde à se développer ici, surtout dans le secteur résidentiel. Mais la domotique pourrait, par exemple, contribuer au maintien à domicile des personnes en perte d'autonomie.

## **Les pratiques organisationnelles**

La production de maisons en série n'a jamais réussi à occuper une part importante du marché, sauf en Suède et au Japon. Depuis vingt ans, le Japon a – plus que tout autre – poussé la

mécanisation et l'automatisation de l'assemblage des matériaux. Quant à l'introduction des technologies de l'information (TI) à l'étape de la conception ou de la réalisation, il semble qu'elle n'ait pas encore eu d'effet marqué sur la productivité. On a donc pris conscience de la nécessité de réorganiser la production sur les chantiers. Diverses méthodes ont été expérimentées.

Selon le mode de **construction en régime accéléré** (*fast track*) du milieu des années 1980 (au Royaume-Uni notamment), la réalisation commence avant même que la conception soit achevée. L'expérience fut un échec complet, mais elle eut le mérite de démontrer qu'il fallait consacrer encore plus de temps à la conception. Expérimentée avec succès en France, la **procédure séquentielle** veut que l'on termine et évalue une séquence de travail avant de passer à la suivante, en respectant un calendrier serré. Dans la **conception-construction** (*design-build*), le contrat est accordé à une seule entité juridique, responsable de la conception et de la construction, ce qui permet d'éliminer certains obstacles à la communication. Cette méthode de travail introduite dans les années 1990 est maintenant solidement implantée aux États-Unis (taux de pénétration de 35 % en 2000). Selon une étude menée en 1997, elle permet de diminuer les coûts de 6 %, le temps de construction de 12 % et la durée totale du projet de 33 %, alors que la qualité dépasse les attentes des clients sur tous les plans. Dans le **partenariat**, répandu aux États-Unis et présent au Royaume-Uni, l'adhésion aux principes d'engagement, de confiance, de respect, de communication et d'égalité entre les partenaires assure que les intérêts de tous seront pris en considération à tous les niveaux de l'organisation responsable du projet. Le partenariat favorise la délégation des responsabilités à des personnes présentes sur le chantier, ce qui permet de régler les conflits sur-le-champ afin de prévenir un arrêt des travaux et un recours éventuel aux tribunaux. L'expérience a montré que cette approche encourage l'innovation, les sous-traitants étant invités à proposer des solutions originales.

La **construction allégée** (*lean construction*) s'inspire des méthodes de construction à la japonaise. Il s'agit dans ce cas d'exercer un contrôle sur le processus plutôt que sur les intervenants. La planification est très serrée; une activité ne peut débuter avant que les activités préalables soient terminées, ce qui élimine l'encombrement du chantier, facilite le contrôle de qualité et évite de reporter les problèmes. Le coût et le temps de construction peuvent être réduits de manière appréciable, respectivement jusqu'à 10 % et 20 %.

Les facteurs communs de succès de ces nouvelles pratiques semblent être une coopération étroite entre les participants, un contrôle accru de l'ensemble du projet, un meilleur suivi de la qualité au moyen de cibles à atteindre et de systèmes de mesure de la performance.

## La construction durable

Dérivé du développement durable, le principe de construction durable a été proposé en 1994. Il se définit ainsi : *la création et la gestion responsable d'un environnement bâti sain, selon les principes de l'écologie et de l'usage efficient des ressources*. Il englobe non seulement l'ensemble du processus de construction, mais toute la durée de la vie du bâtiment, et répond à des préoccupations d'ordre social (qualité de vie), économique (réduction des coûts, intégration des coûts environnementaux), biophysique (eau, énergie, matériaux, terrain) et technique (durabilité, qualité, revitalisation urbaine). Il vise en fait à atteindre une qualité totale du bâtiment.

La construction durable est au centre de plusieurs initiatives dans les pays de l'OCDE ainsi que dans divers organismes internationaux. Dans la foulée du Sommet de Rio (1992), l'International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) a proposé l'Action 21 pour une construction durable, qui poursuit trois objectifs : définir un cadre global et une terminologie commune, coordonner les

actions des divers organismes spécialisés et jeter les bases d'une définition des activités de R-D. En 1998, l'OCDE a mis en œuvre un projet visant à élaborer des politiques de réduction des impacts environnementaux du secteur de la construction. Le projet assigne cinq objectifs au bâtiment durable : efficacité de l'utilisation des ressources, efficacité énergétique, prévention de la pollution, harmonisation avec l'environnement, approche systémique intégrée.

On se rend maintenant compte que la production d'infrastructures durables n'est pas un luxe, mais une condition du développement économique. Les bénéfices escomptés sont considérés comme potentiellement immenses.

Des initiatives internationales et des programmes nationaux, il se dégage des constantes dans l'élaboration d'une stratégie de promotion de la construction durable : 1) le processus de construction doit être partie d'un processus de planification des environnements urbains ; 2) la composante environnementale reste la plus importante dans les pays développés ; 3) l'industrie de la construction est peu informée du concept de construction durable ; 4) l'industrie nationale doit être capable d'affronter la concurrence sur des marchés qui s'internationalisent et s'orientent vers des solutions respectueuses de l'environnement.

En construction durable, on tend à réduire au minimum les importantes sources de pollution inhérentes à la construction (30 % des déchets dans les pays industrialisés). De plus, toutes les phases du cycle de vie du bâtiment sont prises en compte, le choix des matériaux est fonction de leur durabilité, de leur impact sur l'environnement et de leur recyclage éventuel au moment de la démolition. On se préoccupe également de la santé des occupants, qui passent 90 % de leur temps dans un environnement intérieur, et de l'intégration harmonieuse du bâtiment dans la trame urbaine. Le recours à des sources d'énergie renouvelables comme le solaire est également envisagé.

Enfin, selon cette approche, la rénovation des bâtiments prend une importance nouvelle. Notons qu'il n'existe pas au Québec de politique ou de programme de subvention à la rénovation visant expressément l'augmentation à long terme de la valeur des bâtiments au moyen d'innovations technologiques. La plupart des interventions gouvernementales visent l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.



# La situation au Québec

**L**a part du PIB dévolue à la construction atteint son maximum dans des pays en voie d'industrialisation rapide comme la Chine, et son minimum dans les pays les plus développés. (une exception de taille : le Japon, qui investit presque autant que les États-Unis mais dont l'économie est deux fois plus petite.) Ce sont les grandes firmes qui font de la R-D et qui sont à l'avant-garde en matière de technologie. Les pays industrialisés ou en voie d'industrialisation rapide possèdent tous de telles firmes, dont la plupart sont actives sur le marché international. Or, en 2001, seules cinq firmes canadiennes se classaient parmi les 225 plus grandes entreprises en construction sur le plan des contrats internationaux, ce qui est une très grave lacune. La force du Canada et du Québec réside dans les firmes de génie-conseil. SNC-Lavalin est la quatrième firme de génie-conseil au monde.

L'emploi dans l'industrie de la construction, qui représentait 7 % de l'emploi total au Canada en 1966, a rétréci à 5,6 % en 2001. La chute s'est fait davantage sentir au Québec, où l'emploi est passé de 7,2 % à 4 %. Ce dernier chiffre équivaut tout de même à 140 000 travailleurs.

Le secteur québécois de la construction est formé d'une multitude de petites entreprises : des 18 445 entreprises recensées en 1999, seules 33 comptaient plus de cent employés, 5 plus de deux cents. Cette fragmentation a des conséquences profondes sur la capacité d'innovation. En 1999, 48,3 % des travaux étaient

effectués dans le secteur résidentiel, l'autre moitié étant répartie à peu près également entre le secteur non résidentiel et le génie. Le nombre de salariés fluctue beaucoup au fil des ans, à l'image des investissements, qui sont très cycliques. Par ailleurs, les investissements gouvernementaux sont très importants. En moyenne, de 1991 à 2000, ils ont représenté 19 % des investissements totaux (bâtiment et génie). Le gouvernement du Québec est le principal demandeur de travaux, suivi des municipalités ; le gouvernement fédéral joue un rôle mineur. Il faut noter que les gouvernements sont pratiquement les seuls clients récurrents en construction.

Le marché de la construction, particulièrement dans le résidentiel, n'incite pas à l'industrialisation des processus. Les coûts de construction au Québec sont parmi les plus bas des pays industrialisés. Par ailleurs, des études réalisées il y a une dizaine d'années démontrent que les maisons préfabriquées ne sont pas substantiellement moins chères. Certes, le recours à des composants préfabriqués gagne en importance sur les chantiers traditionnels, mais des progrès méthodologiques significatifs devront être faits si l'on veut développer l'industrialisation de la construction. Il semble de plus évident qu'il faudra se tourner vers les marchés d'exportation, seule une production massive permettant d'amortir les investissements nécessaires. Les projets de démonstration comptent parmi les moyens les plus utiles pour stimuler ce développement.

## **Recherche et formation**

L'effort de recherche en construction au Canada a diminué de 19 millions de dollars de 1992 à 1998, une diminution avant tout imputable aux entreprises du secteur de l'énergie. Le principal bailleur de fonds de la recherche et de la diffusion est le gouvernement fédéral, qui a porté ses dépenses à 42 millions, sans compter les montants des subventions de recherche aux universités par l'intermédiaire du Conseil de recherches en

sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Pendant ce temps, les provinces diminuaient leurs efforts et ceux des universités demeuraient stables.

L'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches Canada (CNRC) est le principal organisme de recherche fédéral. Ses activités portent sur l'enveloppe et la structure du bâtiment, la gestion des risques d'incendie, la réhabilitation des infrastructures urbaines, l'environnement intérieur, les codes et l'évaluation des matériaux. Forintek est le chef de file du secteur privé avec un financement de 24 millions (privé-public-contrats). Hydro-Québec occupe la première place en recherche dans le secteur de l'énergie (15 millions en 1998). Enfin, la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) consacre annuellement deux millions en recherches commanditées sur le bâtiment résidentiel et un million en diffusion d'informations.

Il semble que l'on assiste dans la plupart des pays à une intensification des efforts de recherche des entreprises de la construction, traditionnellement faibles. Les données canadiennes pour 2000 et 2001 montrent un rapport R-D-valeur ajoutée de 0,09 %, inférieur à celui des autres pays. Par ailleurs, il n'existe pas de programme d'aide visant spécifiquement la mise en œuvre des systèmes de construction, comme le programme PATH aux États-Unis.

Le total des octrois de recherche universitaire reçus annuellement en génie civil et en architecture oscille autour de 10 millions de dollars depuis une dizaine d'années, en termes réels. En génie civil, le thème du bâtiment ne reçoit que 11 % des octrois de recherche, soit environ un million de dollars, somme stable depuis 1994. La plus grande partie des sommes est dirigée vers les matériaux (30 %) et la géotechnique (26 %). Ces travaux sont en grande partie liés aux ouvrages d'art, barrages, routes et ponts. Pourtant, les immobilisations sont beaucoup plus importantes dans le bâtiment, notamment dans

le résidentiel. Or, la part des octrois attribuée à l'architecture est négligeable.

Le Québec dispose d'une main-d'œuvre expérimentée et productive. La récente reprise économique a suscité de nombreuses inscriptions aux programmes de formation des métiers de la construction. Il existe une forte synergie entre les commissions scolaires, le ministère de l'Éducation, les associations patronales et syndicales, représentés à la Commission de la construction du Québec. La formation colle directement aux besoins de l'industrie et les évolutions technologiques sont prises en compte dans les cours. Le nouveau Fonds de formation pour l'industrie et la main-d'œuvre dispose d'un budget de 110 millions de dollars pour assurer le recyclage de la main-d'œuvre. Le nombre de travailleurs inscrits à des cours a pratiquement doublé en 2002.

La réglementation du secteur de la construction peut avoir un effet très positif sur la productivité, puisqu'il faut avoir suivi une formation pour se qualifier comme apprenti, avoir fait un certain nombre d'heures de travail et réussir un examen pour passer compagnon. La productivité du secteur québécois de la construction est d'ailleurs supérieure à celle de l'ensemble des secteurs de l'activité économique. De plus, la productivité de la construction est supérieure au Québec à ce qu'elle est au Canada. En revanche, elle fait du surplace.

Les perspectives d'emploi pour les diplômés des techniques du bâtiment au collégial sont excellentes et les inscriptions ont augmenté ces dernières années.

L'Université Concordia est la seule université canadienne à posséder un programme complet sur le bâtiment. Elle offre notamment, comme l'École de technologie supérieure et à l'instar de quelques universités américaines, des cours spécialisés sur le management de la construction. Le Québec n'accuse donc pas de retard à cet égard, et il peut table sur ses compétences

pour améliorer le management des projets de construction, et, partant, la productivité.

Par contre la décennie 1990 fut difficile pour les trois écoles d'architecture, qui accusent une baisse globale du nombre de professeurs. La recherche en architecture est toujours peu développée. De façon générale, il existe au Canada et au Québec une lacune quant aux chaires de recherche sur le bâtiment.

## **Innovation et exportation**

Étant donné le vieillissement de la population, le nombre de mises en chantier devrait demeurer faible au cours des vingt ou trente prochaines années. Depuis 1995, il fluctue aux environs de 25 000 au Québec, ce qui est inférieur à la moyenne des années 1955-1965 (39 000). En revanche, le stock de maisons et de logements va nécessiter d'importants travaux de rénovation. Or, la rénovation (qui représente actuellement 21 % des dépenses totales en construction au Canada) se prête moins bien à l'innovation.

Les entreprises devront donc se tourner vers les marchés d'exportation. Pour ajouter de la valeur à leurs produits, elles devront avoir recours aux connaissances et aux technologies nouvelles. Dans le non-résidentiel, ce sont les services de conception et de gestion de projets qui sont généralement exportés. Dans la construction résidentielle, de plus en plus de composants préfabriqués sont expédiés à l'étranger. L'exportation de certains composants fabriqués au Québec – les armoires de cuisine, les portes et fenêtres – a connu une forte augmentation au cours des cinq dernières années. On observe cependant un retard marqué du Québec sur l'Ontario dans l'exportation de bâtiments préfabriqués en bois. Le Québec enregistre sa meilleure performance dans le domaine des éléments de charpente métallique.

De plus en plus, les contrats internationaux reposent sur une intégration des différentes phases d'un projet à travers des dispositifs contractuels comme la conception-construction et ses dérivés, de même que sur un partage de risque comme dans le cas des partenariats public-privé. L'expertise des entreprises canadiennes et québécoises se retrouve surtout en conception et en design. Or, ce type de contrat est encore peu répandu sur le marché intérieur, ce qui prive les entreprises d'une expertise stratégique face aux compétiteurs internationaux. La compétence technique des ingénieurs canadiens est reconnue. Cependant, les entreprises canadiennes n'ont généralement pas accès aux mêmes garanties financières que leurs concurrents internationaux et sont généralement moins pourvues en capital.

Les études de Forintek montrent que les composants comme les fermes de toit, les murs et les planchers sont de plus en plus utilisés par les constructeurs américains. Cela oblige les manufacturiers québécois à poursuivre et à accentuer les processus d'automatisation des usines de composants et d'intégration des processus de conception, de fabrication et de distribution, si elles veulent être compétitives sur le marché américain. Les manufacturiers de composants seraient plus avancés dans la voie de l'automatisation que les producteurs de maisons usinées.

L'effort gouvernemental de promotion, d'accompagnement et de jumelage d'entreprises fabriquant des maisons préfabriquées et des composants est soutenu. Il est particulièrement visible dans le domaine de la maison à ossature de bois, qui constitue un marché stratégique pour la technologie canadienne.

## **La réglementation**

Comme dans l'ensemble des pays industrialisés, le secteur est soumis à une réglementation variée. La plupart des organismes publics présents dans le secteur de la construction s'intéressent à l'application de la réglementation et ils sont assez peu actifs

en matière de soutien ou de promotion de l'innovation technologique. Les principales préoccupations qui ont guidé les gouvernements un peu partout dans le monde dans leur élaboration des codes du bâtiment furent de s'assurer de la sécurité des occupants et de la durabilité des bâtiments. Le gouvernement du Québec a par ailleurs mis en œuvre différentes lois en vue d'assurer la paix industrielle sur les chantiers de construction et de voir à ce que la main-d'œuvre soit qualifiée.

La réglementation, notamment les codes du bâtiment, peut avoir un effet négatif sur l'innovation dans la mesure où elle prescrit des matériaux et des méthodes bien précis. Au Québec, la Régie du bâtiment est responsable des différents codes. Elle s'efforce d'introduire le moins de changements possible par rapport aux codes nationaux, dans le but de faciliter la tâche des entrepreneurs et de leur permettre de soumissionner plus facilement sur des projets dans d'autres provinces.

On observe en ce moment une nette tendance de plusieurs pays industrialisés à se tourner vers des codes axés sur la performance. Le Canada et l'ensemble des provinces ont pris la décision d'adopter ce type de codes. Afin de simplifier la tâche de tous les intervenants, les nouveaux codes comprendront deux parties. La première établira les objectifs visés par le code et les exigences fonctionnelles. La seconde établira les solutions acceptables censées satisfaire aux objectifs et aux exigences fonctionnelles de la première partie. Pour ce qui est des nouveaux matériaux et des nouvelles méthodes, il incombera aux personnes et aux entreprises qui cherchent à les promouvoir de convaincre les autorités que ceux-ci répondent aux objectifs visés par la première partie du code, et cela au moyen de tests et de simulations. Au Québec, la Régie du bâtiment vise à ce que le nouveau code soit utilisé à partir de 2004. Ce changement d'orientation ne pourra que favoriser l'innovation dans le secteur de la construction au cours des décennies à venir.

## La sécurité

Le secteur de la construction a toujours été reconnu comme l'un des moins sécuritaires un peu partout dans le monde. La performance du Québec sur le plan de la sécurité laisse à désirer. De plus, elle a été stationnaire au cours des quinze dernières années, alors qu'elle semble s'améliorer lentement en Europe et aux États-Unis.

Une revue de la littérature sur les facteurs susceptibles de diminuer la fréquence des accidents sur les chantiers de construction a révélé que dans pratiquement tous les cas un engagement formel des dirigeants à l'égard de la sécurité ainsi qu'une bonne planification et une gestion adéquate des chantiers s'avéraient les meilleurs moyens pour diminuer la fréquence des accidents. Il est donc clair que le recours à des méthodes de gestion plus avancées et innovatrices a pour effet de diminuer de façon marquée la fréquence des accidents sur les chantiers de construction.

# Recommandations

L'industrie québécoise de la construction est beaucoup trop fragmentée pour que l'on puisse s'attendre à que les entreprises prennent l'initiative en matière d'innovation dans un avenir rapproché. L'initiative revient donc avant tout au gouvernement. Le Conseil propose une stratégie en trois volets :

1. Créer un centre de recherche, de démonstration et de transfert en innovation sur le bâtiment.
2. Modifier les politiques d'achat publics de manière à favoriser l'innovation.
3. Intensifier la recherche universitaire ainsi que la formation d'étudiants dans le secteur du bâtiment.

Pour atteindre ces objectifs, le Conseil formule donc les recommandations suivantes :

## Recommandation 1

Que la ministre des Finances, de l'Économie et de la Recherche s'associe à l'industrie de la construction en vue de créer un centre de recherche, de démonstration et de transfert en innovation sur le bâtiment en partenariat avec les entreprises clientes et les autres intervenants concernés de ce secteur.

## **Recommandation 2**

Que le président du Conseil du trésor élabore une politique d'achat visant à stimuler l'innovation dans l'industrie de la construction.

## **Recommandation 3**

Que les universités et les organismes subventionnaires à la recherche cherchent à intensifier l'enseignement et la recherche sur le bâtiment.

Moyens :

- pour les universités, en demandant la création de chaires de recherche sur le bâtiment ;
- pour les universités, en accordant la priorité à l'embauche de professeurs spécialisés en bâtiment.
- pour les conseils subventionnaires, en consacrant une enveloppe au secteur du bâtiment.

# Annexe 1 Les membres du Comité de pilotage

## Président

**M. Jean-Guy Frenette**

Vice-président à la concertation sectorielle  
et adjoint au premier vice-président  
Fonds de solidarité des travailleurs du Québec

## Membres

**M<sup>me</sup> Dominique Derome**

Professeure adjointe  
Département de génie du bâtiment  
et des génies civil et de l'environnement  
Université Concordia

**M. Paul Fazio**

Building, civil and environmental engineering  
Université Concordia

**M. Roger-Bruno Richard**

Faculté d'aménagement – École d'architecture  
Université de Montréal

**M. Denis Thériault**

Directeur  
Direction de la machinerie, des équipements  
électroniques et de la construction  
Ministère des Finances, Économie et Recherche

**M. René Tinawi**

Directeur

Service de la recherche et de la création

Université du Québec à Montréal

**M. Richard Vincent**

Vice-président

Ingénierie et R-D

Canam-Manac

**Secrétaires du Comité**

**M. José Viñals**

Conseil de la science et de la technologie

**M. Daniel Lebeau**

Conseil de la science et de la technologie

# **Annexe 2 Les membres du Conseil de la science et de la technologie**

## **Présidente**

**M<sup>me</sup> Hélène P. Tremblay**  
Conseil de la science et de la technologie

## **Membres**

**M. Maurice Avery**  
Président  
Soft Innove inc.

**M. André Beauchamp**  
Président  
Enviro Sage

**M<sup>me</sup> Claude Benoît**  
Présidente et chef de la direction  
Société du Vieux-Port de Montréal  
Directrice  
Centre des sciences de Montréal

**M<sup>me</sup> Francine Bonicalzi**  
Présidente-directrice générale  
Technopole – Vallée du Saint-Maurice

**M<sup>me</sup> Louise Dandurand**  
Présidente  
Fonds québécois de la recherche  
sur la société et la culture – FQRSC

**M. Jean-Guy Frenette**

Vice-président à la concertation sectorielle  
et adjoint au premier vice-président  
Fonds de solidarité des travailleurs du Québec

**M. Martin Godbout**

Président  
Hodran inc.

**M. Pierre-André Julien**

Professeur et titulaire de la Chaire Bombardier  
Université du Québec à Trois-Rivières

**M<sup>me</sup> Nicole Lafleur**

Directrice générale  
Cégep de Lévis-Lauzon

**M. Hany Moustapha**

Senior Fellow et directeur, Programme  
de Technologie, formation technique et collaboration  
Pratt & Whitney Canada

**M. Jean Nicolas**

Professeur titulaire  
Dépt de génie mécanique – Faculté de génie  
Université de Sherbrooke

**M. Denis Poussart**

Professeur – Département de génie  
électrique et informatique  
Université Laval

**M. Jean-Marc Proulx**

Président-directeur général  
Gestion Valeo s.e.c.

**M<sup>me</sup> Louise Quesnel**

Vice-doyenne – Affaires extérieures  
Faculté de génie et d'informatique  
Université Concordia

## **Membres observateurs**

### **M. Jacques Babin**

Sous-ministre adjoint

Ministère des Finances, de l'Économie et de la Recherche

### **M. Gilles Demers**

Sous-ministre adjoint

Ministère des Finances, de l'Économie et de la Recherche

### **M. Michel Desrochers**

Directeur général

Institut de recherche en biotechnologie

## **Secrétaire générale**

### **M<sup>me</sup> Suzanne D'Annunzio**

Conseil de la science et de la technologie







Ce mémento résume l'avis du Conseil de la science et de la technologie, *Bâtir et innover. Tendances et défis dans le secteur du bâtiment*. Pour obtenir une information plus complète, le lecteur peut consulter le texte intégral de l'avis dans le site Web du Conseil, à l'adresse suivante :

[www.cst.gouv.qc.ca](http://www.cst.gouv.qc.ca)

**Conseil de la science  
et de la technologie**

**Québec**

