

Rapport du Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe

Stratégies et actions à mettre en œuvre
pour inciter les fabricants canadiens
à adopter les matériaux de pointe

1993

Présenté au
ministre de l'Industrie
Décembre 1993

QUEEN
T
76
.C366314
1993
JOUR-GEN

IC

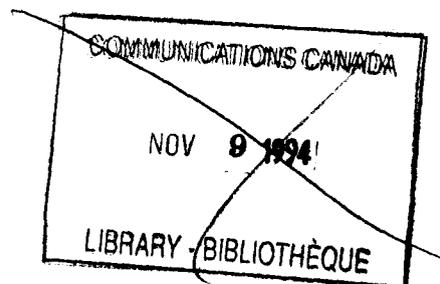
Industrie Canada Industry Canada

Canada

Rapport du Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe

Stratégies et actions à mettre en œuvre
pour inciter les fabricants canadiens
à adopter les matériaux de pointe

1993



DÉFINITIONS

Certains termes utilisés dans le présent rapport sont définis ci-dessous :

Matériau industriel de pointe (MIP) : Matériau nouveau caractérisé par le fait que ses propriétés sont encore en cours d'amélioration, qu'on s'attend à ce que son usage soit étendu et que son coût diminuera probablement à mesure que son usage se répandra.

Conception technique : Procédure de synthèse qui crée un procédé ou un produit pour répondre à un besoin mis en évidence. Évidemment, les techniques de création pour améliorer les produits ou les procédés appartiennent à la même catégorie.

Fabrication : Transformation de matériaux en produits utiles (y compris les produits intermédiaires).

Technologie : Application des connaissances scientifiques et d'ingénierie à la conception et à la fabrication.

Les idées exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne correspondent pas nécessairement aux points de vue ou à la politique du gouvernement du Canada.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1994
N° au cat. C-2-223/1994F
ISBN 0-662-98956-2
IT PU 0029-93-02

Also available in English under the title *Report of the National Advisory Panel on Advanced Industrial Materials: Strategies and Actions for the Adoption of Advanced Materials in Canadian Manufacturing, 1993.*

T
76
C3663F
1993

Lettre d'envoi au ministre de l'Industrie

Au nom des membres du Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe (ci-après le CCNMIP) et des nombreux organismes et personnes que nous avons consultés, j'ai l'honneur de présenter le rapport du Comité sur les stratégies et les actions à mettre en œuvre en vue d'inciter les fabricants canadiens à adopter les matériaux de pointe.

L'objectif du CCNMIP a été d'instaurer un climat favorable à l'utilisation accrue des matériaux de pointe et des techniques connexes ainsi qu'à la création de produits en améliorant l'accessibilité :

- aux aptitudes théoriques — en matière de conception technique, d'ingénierie de produits et d'étude de procédés
- aux capacités techniques appliquées — en matière de techniques de production, de mise en œuvre de procédés et de perfectionnement de produits et de procédés
- à la technologie des matériaux — détermination des matériaux nécessaires, des matériaux disponibles, des matériaux qu'il convient de mettre au point
- à des fonds — pour attirer les investissements en temps et en argent qu'exige l'adoption de nouveaux matériaux et procédés en vue de créer des produits concurrentiels au Canada et pour récompenser les responsables de ces investissements.

Les membres du Comité ont cerné les obstacles qui nuisent à la mise au point et à l'application des matériaux industriels de pointe (MIP) ainsi qu'à la diffusion des connaissances qui s'y rapportent. Ils ont également formulé des recommandations qui permettront de surmonter les obstacles ainsi que des plans de mise en œuvre pour effectuer les changements nécessaires. Ces éléments constituent le fondement du présent rapport.

Les recommandations portent sur trois secteurs précis, à savoir : l'enseignement universitaire; la formation des techniciens et des technologues; la diffusion des connaissances sur les MIP aux PME du secteur manufacturier.

Le rapport du CCNMIP est axé sur l'action — une action qui s'impose pour favoriser et entretenir un climat d'innovation en matière de conception technique de produits et de procédés canadiens.

La mise en œuvre des recommandations est considérée par les membres comme indispensable à l'exécution de leur mandat et à l'instauration d'un changement. Nous avons réussi à susciter la participation des différentes parties intéressées et à nous entendre avec elles quant à la mise en œuvre des recommandations. Chaque recommandation précise donc les mesures nécessaires ainsi que le responsable de sa mise en œuvre.

Les prochaines étapes

Le mandat actuel du CCNMIP définit trois secteurs d'activité au sein desquels le Comité pourra poursuivre ses efforts après l'acceptation du présent rapport :

- gérer la mise en œuvre des recommandations du présent rapport
- examiner et recommander des solutions aux questions relatives à la demande en ce qui touche les MIP
- explorer et recommander les méthodes de mesure et les critères pertinents pour évaluer de quelle manière l'emploi de MIP favorise ou peut favoriser la position concurrentielle du Canada sur le marché mondial.

L'objectif du CCNMIP, à long terme, est d'intégrer les éléments de la demande et de l'offre du marché des MIP de manière à soutenir le développement et l'innovation continus dans le domaine technique, pour assurer la compétitivité des industries canadiennes. Les mesures préconisées dans le présent rapport sont les premières étapes de la réalisation de notre mandat. Mais notre rôle ne s'arrête pas là; il nous faut également veiller à ce que ces étapes soient mises en œuvre.

Pour que les recommandations du présent rapport puissent porter fruit, il est indispensable qu'ensemble le secteur industriel, le milieu de la recherche et le milieu universitaire, ainsi que les différents pouvoirs publics prennent un engagement à cet égard. En fin de compte, cependant, le grand public doit en arriver à apprécier et à comprendre l'importance des techniques et des matériaux industriels de pointe pour ce qui a trait à la compétitivité du Canada ainsi qu'au bien-être économique et social de notre pays.

Nos membres sont déterminés à poursuivre leurs efforts dans ce domaine. Nous présentons le présent rapport avec l'intention de continuer, avec votre approbation et votre soutien, à mettre en œuvre nos recommandations et à mener à bien les autres aspects de notre mandat. Mais pour atteindre les objectifs définis dans notre mandat et dans le présent rapport et passer aux étapes suivantes, il nous faut l'appui du gouvernement fédéral.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Ministre, l'expression de mes sentiments respectueux.



Alex Taylor

Président

Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe

Table des matières

Résumé	1
Mandat du CCNMIP	5
Liste de recommandations du CCNMIP	6
Liste des membres du CCNMIP	9
Liste des intervenants, des participants à la table ronde et des participants invités	11
Rapport sur l'enseignement universitaire	17
Introduction	17
Principales suggestions	18
Besoins	19
Obstacles	19
Analyse et recommandations	20
Contexte	24
Mise en œuvre	26
Distribution	28
Suivi	29
Annexe : Rapports récents sur le mandat du Groupe de travail	29
Rapport sur la formation des techniciens et des technologues	31
Introduction	31
Situation actuelle	34
Obstacles	38
Analyse et recommandations	38
Plans de mise en œuvre	42
Distribution	43
Suivi	43
Annexe A : Résumé de l'étude <i>Toward a New Materials Paradigm</i>	43
Annexe B : Centres techniques spécialisés des collèges québécois	44
Annexe C : Références	45
Rapport sur la diffusion aux PME des connaissances relatives aux MIP	47
Introduction	47
Situation actuelle	48
Obstacles	49
Analyse et recommandations	50
Plans de mise en œuvre	54
Distribution	55
Suivi	55
Table ronde sur la diffusion	55
Annexe A : Résumés des rapports commandés par le Groupe de travail sur la diffusion aux secteurs de la fabrication des connaissances relatives aux MIP	56
Annexe B : Rapports antérieurs sur la diffusion de la technologie	59

Glossaire des acronymes et des abréviations

ACCC	- Association des collèges communautaires du Canada
AUCC	- Association des Universités et Collèges du Canada
BCIT	- British Columbia Institute of Technology
CAN-MATE	- Échange de techniques de pointe entre manufacturiers canadiens
CCDA	- Conseil canadien des directeurs de l'apprentissage
CCI	- Conseil canadien des ingénieurs
CCNMIP	- Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe
CCNST	- Conseil consultatif national des sciences et de la technologie
CCTT	- Conseil canadien des techniciens et technologues
CNDISA	- Comité national des doyens d'ingénierie et des sciences appliquées
CNRC	- Conseil national de recherches Canada
CRSNG	- Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
FEU	- Forum entreprises-universités
ICM	- Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole
MetSoc	- Société de la métallurgie de l'Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole
NAIT	- Northern Alberta Institute of Technology
OAO	- Ordre des architectes de l'Ontario
PARI	- Programme d'aide à la recherche industrielle (du CNRC)
SAMPE	- Society for Advancement of Materials and Process Technology
SPE	- Society of Plastics Engineers

Résumé

Le Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe (CCNMIP) a pour mandat de définir des stratégies nationales propres à accélérer la mise au point et l'application des matériaux et des techniques de pointe qui sont indispensables pour renforcer et améliorer la compétitivité internationale de l'industrie canadienne. Les produits et les procédés répertoriés dans la vaste catégorie des matériaux industriels de pointe sont considérés par la plupart des pays industrialisés, le Canada y compris, comme des technologies stratégiques et de développement.

Les progrès dans la mise au point et l'application de matériaux de pointe donnent aux fabricants canadiens la possibilité d'abaisser leurs coûts, de mettre au point des produits, d'améliorer la performance des produits et de créer des industries. Le Canada, cependant, accuse un certain retard par rapport aux autres pays industrialisés dans l'application des MIP. En effet, à l'heure actuelle, des pays comme le Japon, les États-Unis et de nombreux pays européens utilisent davantage les MIP. Pour être plus concurrentielle, l'industrie canadienne doit mettre l'accent sur l'innovation — acquérir, adapter et appliquer les MIP à une échelle beaucoup plus vaste, et faire la meilleure utilisation possible des MIP dans ses produits et ses procédés.

Depuis le début des travaux du Comité en 1990, ses membres, avec la participation d'intervenants de haut niveau, ont formulé des recommandations dans des domaines d'importance critique pour ce qui a trait à l'utilisation des matériaux et des procédés de pointe propres à donner un avantage concurrentiel aux fabricants canadiens.

Ces recommandations proposent des mesures pour récompenser l'innovation chez les fabricants canadiens et améliorer l'accès aux personnes, aux compétences et à l'information de façon à permettre aux sociétés canadiennes de

se doter de services de conception capables d'innover et d'intégrer de nouveaux matériaux et procédés de pointe.

Sommaire du mandat

Le mandat du CCNMIP consiste à formuler des conseils et des recommandations en matière d'utilisation de matériaux de pointe, de techniques de transformation d'avant-garde et de techniques connexes afin d'améliorer la compétitivité de l'industrie canadienne. Ces avis portent sur les aspects suivants :

- l'élaboration de stratégies et de plans nationaux pour accélérer la mise au point et l'application des MIP
- la mise au point de matériaux et l'établissement de priorités d'application
- les besoins et les priorités en matière de recherche universitaire, d'infrastructure et de formation
- les besoins et les priorités en matière d'échange de renseignements et de planification collective ainsi que les mécanismes pour encourager cet échange
- les mesures que doit adopter le secteur privé pour accroître la capacité des secteurs des ressources et de la fabrication afin d'exploiter efficacement les débouchés
- les mécanismes visant à stimuler les initiatives qui engendreront la technologie et les services nécessaires de renseignements commerciaux, de commercialisation et de gestion
- les énoncés de politique de l'administration publique et leurs incidences sur le climat de l'investissement industriel
- les priorités et les mécanismes en matière de collaboration internationale.

Au cours des deux dernières années, comme l'exigeait son mandat, le Comité s'est concentré sur les tâches suivantes :

- définir les obstacles qui nuisent à l'emploi efficace des matériaux et des procédés de pointe

- mettre en évidence les groupes et les personnes — industries, associations, établissements et pouvoirs publics — qui influent sur ces obstacles
- déterminer, avec ces intervenants, les mesures requises pour avoir raison de ces obstacles et développer des capacités dans l'utilisation et l'application de MIP qui placeront le Canada au premier rang mondial
- établir une procédure pour intégrer ces mesures aux activités des intervenants.

Les membres du CCNMIP ont constitué trois groupes de travail chargés d'examiner ces questions dans les domaines suivants :

L'enseignement universitaire — évaluation des rôles et des fonctions que doit assumer le milieu universitaire pour former des ingénieurs compétents en matière d'évaluation des matériaux et de leur application à la mise au point de produits et de procédés.

La formation des techniciens ou technologues — évaluation des rôles et des fonctions que doivent assumer les cégeps et les collèges ainsi que l'industrie pour former des gens ayant une connaissance approfondie de la fabrication et des compétences en matière d'évaluation des matériaux et de leurs applications dans les procédés de production et de modification.

La diffusion des MIP aux PME du secteur manufacturier — évaluation de la capacité financière et pratique des manufacturiers à intégrer de nouveaux matériaux et procédés à leurs produits; évaluation des rôles et des fonctions que devraient assumer les diverses parties intéressées pour faire connaître davantage les réseaux d'information sur les MIP et en améliorer l'accès.

Ces groupes de travail ont entrepris les démarches suivantes :

- mettre en évidence les grands groupes d'intérêts dans ces domaines
- consulter les parties intéressées afin de découvrir les obstacles qui empêchent une plus grande utilisation des MIP

- formuler des recommandations sur la façon de surmonter ces obstacles
- effectuer de nouvelles consultations pour obtenir le consensus et l'engagement des parties intéressées à l'égard de la mise en œuvre des recommandations du CCNMIP.

Les membres du Comité ont constitué des réseaux actifs, mené des consultations et dégagé un consensus sur les recommandations et la mise en œuvre des mesures choisies, comme l'indiquent les rapports. A l'occasion des tables rondes réunissant chaque groupe de travail, les principaux intervenants de haut niveau des secteurs public et privé, des syndicats, des milieux scientifiques et universitaires, ainsi que des associations industrielles et professionnelles ont participé aux rapports et ont donné leur accord aux recommandations.

Les recommandations résument les mesures à prendre, suggèrent des méthodes et précisent quels sont les responsables de ces mesures. Dans la plupart des cas, le rapport a déterminé des mesures particulières qui aideront les intervenants dans la mise en œuvre des recommandations. Qui plus est, afin d'atteindre les objectifs du mandat du Comité, les rapports contiennent des suggestions sur des activités de suivi à des fins de contrôle et sur la mise en œuvre des recommandations.

Ci-après un bref aperçu des trois rapports, qui constituent la principale partie du présent document.

Rapport sur l'enseignement universitaire

Le rapport sur l'enseignement universitaire recommande les changements à apporter aux études en génie au Canada pour doter les diplômés des instruments de conception et d'étude des matériaux requis de nos jours par un ingénieur débutant et pour fournir aux groupes industriels les ingénieurs dont ils ont besoin pour être concurrentiels sur le marché actuel.

Le rapport établit un plan d'action pour permettre aux étudiants en génie de prendre conscience de l'importance des matériaux et

d'acquérir la connaissance et la compréhension des matériaux et de leurs applications ainsi que la capacité de transformer les percées dans le domaine des MIP en gains économiques en appliquant ces matériaux à la conception de produits et de procédés. Le rapport recommande que des changements soient apportés aux programmes de cours pour généraliser l'enseignement de la conception technique et faire davantage ressortir son rôle primordial dans le processus industriel; il recommande aussi qu'un meilleur enseignement théorique soit offert en ce qui touche les propriétés et la sélection des matériaux. Il préconise en outre la mise sur pied de programmes de maîtrise destinés aux spécialistes des matériaux industriels, répondant aux besoins des aspirants praticiens ou des aspirants chercheurs dans le domaine des matériaux.

Le rapport précise que pour que les changements recommandés dans les études d'ingénierie soient possibles, il faut aussi récompenser adéquatement les membres du corps professoral et instaurer des relations plus étroites entre les professeurs et les représentants de l'industrie. Le Comité recommande que l'enseignement et les interactions avec l'industrie soient reconnus au même titre que les résultats de recherche; que le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) ajuste ses programmes de subventions à cette fin; que des mécanismes soient élaborés pour définir les besoins de l'industrie et que, dans le milieu universitaire, soient créées des conditions propres à favoriser les échanges et la collaboration entre le personnel enseignant et l'industrie. Un certain nombre de recommandations et de méthodes sont proposées à ces égards.

Rapport sur la formation des techniciens et des technologues

Le rapport sur la formation des techniciens et des technologues conclut qu'il est nécessaire de donner à ces personnes une formation générale

plus étendue et de solides aptitudes générales. Les étudiants doivent également être capables de mesurer leurs aptitudes techniques d'après des critères internationaux. Le rapport recommande la mise en œuvre de programmes de cours axés sur l'acquisition de connaissances fondamentales en communications, en mathématiques et en technologie et qu'au moins un cours sur les matériaux soit obligatoire. Le rapport préconise en outre la mise en place de normes nationales et d'un processus uniforme de reconnaissance professionnelle pour assurer la mobilité des diplômés d'une province à l'autre.

D'après le rapport, l'une des meilleures façons de favoriser l'introduction et la diffusion des MIP consiste à concentrer l'enseignement de certains programmes choisis de collèges techniques dans des centres de spécialisation. Ces centres auraient le mandat élargi de devenir des chefs de file mondiaux en matière de formation dans certaines spécialités techniques.

Le rapport souligne la nécessité pour les enseignants de perfectionner constamment leurs connaissances et leurs aptitudes, et aussi que soient établis des mécanismes officiels de consultation et de partenariat avec l'industrie. Compte tenu de tous ces éléments, il faudrait lancer une campagne nationale sur l'apprentissage et la formation des techniciens et des technologues au Canada ayant pour but de valoriser les métiers spécialisés.

Rapport sur la diffusion aux PME des connaissances relatives aux MIP

Le rapport du groupe chargé de la diffusion souligne que le climat peu favorable aux affaires de ces dernières années a eu un effet inhibiteur sur le rythme d'intégration de la nouvelle technologie, y compris les MIP, aux activités des fabricants canadiens, en dépit de leur forte motivation à réduire les coûts et à mettre au point des produits plus concurrentiels. Le rapport recommande que le gouvernement fédéral examine l'impôt sur le revenu et les autres

modes de prélèvement fiscal dans le but ultime de récompenser l'innovation et la commercialisation de produits et de procédés recherchés plutôt que de se contenter de subventionner les risques inhérents à la recherche.

Le rapport souligne également l'intérêt de constituer de vastes réseaux qui livrent une information, des connaissances et une expertise pertinentes, en temps opportun, aux PME en quête de renseignements. Le maillage est le mécanisme qui favorise le plus la diffusion d'information sur les MIP et l'adoption de technologies par la suite. Les auteurs du rapport estiment aussi que les associations industrielles et professionnelles, les PME et les pouvoirs publics ont tout à gagner à collaborer plus étroitement aux activités de diffusion.

Les membres du Comité ont formulé un certain nombre de recommandations particulières à ces domaines d'intérêt. La majorité des recommandations du CCNMIP nécessite également l'adhésion et le soutien des associations et des pouvoirs publics provinciaux, en plus de ceux des intervenants du gouvernement fédéral et des intervenants nationaux mentionnés. Dans leurs plans de mise en œuvre, les groupes de travail du CCNMIP ont répertorié et intégré les intervenants provinciaux et, au besoin, feront appel à la participation des pouvoirs publics provinciaux avec l'appui du gouvernement fédéral.

Pour que le pays soit concurrentiel à l'échelle internationale, il est capital que partout au Canada tant les manufacturiers et les établissements d'enseignement que les pouvoirs publics à tous les niveaux prennent l'engagement ferme de viser l'excellence dans le domaine des matériaux et des techniques de transformation. Il reste beaucoup à faire. Le présent rapport, dans ses différentes parties, présente les recommandations du CCNMIP et les mesures qui devraient, à son avis, permettre d'atteindre ces objectifs.

Mandat du CCNMIP

L'arrêté créant le Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe confie le mandat suivant au Comité :

« Le Comité est chargé de conseiller le Ministre sur :

- a) l'élaboration de stratégies et plans nationaux visant à accélérer la mise au point et l'application de matériaux de pointe, de procédés de traitement d'avant-garde et de technologies connexes, afin de maintenir et de renforcer la compétitivité internationale de l'industrie canadienne;
- b) la mise au point de la technologie concernant les matériaux industriels de pointe et les priorités de son application pour tout le Canada;
- c) les besoins et les priorités en matière de recherche universitaire, d'infrastructure et de formation, qui sont essentiels pour promouvoir l'exploitation industrielle de la technologie concernant les matériaux de pointe;
- d) les besoins et les priorités en matière d'échange de renseignements et de planification collective parmi les scientifiques, les ingénieurs et les industriels, ainsi que les mécanismes visant à promouvoir cet échange et cette planification;
- e) les mesures à prendre par le secteur privé pour accroître les capacités des secteurs des ressources et de la fabrication, afin d'exploiter efficacement les possibilités qu'offrent les progrès de la technologie concernant les matériaux;
- f) des mécanismes efficaces visant à promouvoir la prise d'initiatives pour fournir les renseignements commerciaux, la technologie et les services de commercialisation et de gestion permettant d'accroître la compétitivité des entreprises canadiennes;
- g) les politiques gouvernementales et leurs incidences sur le climat de l'investissement industriel dans les domaines de la recherche sur les matériaux, de l'élaboration des applications et de la commercialisation;
- h) les priorités et les mécanismes en matière de collaboration internationale dans le domaine de la science et de la technologie des matériaux;
- i) toute autre question soulevée par le Ministre. »

Liste de recommandations du CCNMIP

Rapport sur l'enseignement universitaire

Recommandation 1

Que la conception technique, au sein du programme d'études de premier cycle, soit enseignée de façon plus généralisée et qu'on souligne son rôle primordial dans le processus industriel, y compris dans l'entrepreneuriat, ainsi que ses multiples interfaces avec toutes les disciplines du génie.

Recommandation 2

Que le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), par l'intermédiaire de ses comités, accorde ses subventions de recherche, ses subventions stratégiques et ses subventions de recherche collective aux facultés de génie qui font porter leurs recherches sur la conception et la synthèse et ainsi que poursuivent des échanges avec l'industrie.

Recommandation 3

Que chaque université révise son système de mérite des enseignants de la faculté de génie afin de reconnaître l'excellence dans l'enseignement, les échanges avec l'industrie ainsi que la compétence en matière de conception technique et de matériaux au même titre que les résultats de la recherche et les connaissances des spécialistes.

Recommandation 4

Que chaque faculté de génie se dote d'un mécanisme de définition des besoins et des attentes des secteurs industriels qui absorbent la majorité des diplômés ou qui correspondent le plus étroitement aux spécialités techniques de la faculté. Lorsque c'est possible, cette exploration devrait être effectuée localement et devrait inclure les besoins de l'industrie en matière d'éducation permanente dans le domaine de la technologie des matériaux.

Recommandation 5

Que chaque faculté de génie crée un climat propre à encourager les membres du corps professoral à avoir des échanges avec l'industrie leur permettant d'acquérir une expérience industrielle dans le cadre de congés sabbatiques, d'activités de consultation ou de projets de R-D en collaboration; il faudrait inciter les praticiens de l'industrie à se joindre au corps professoral à plein temps ou comme titulaires de postes d'auxiliaires.

Recommandation 6

Que le programme de premier cycle des étudiants en génie soit structuré de façon à leur donner : a) l'enseignement théorique général requis sur les propriétés et la sélection des matériaux; b) l'accès à un enseignement plus spécialisé sur les matériaux correspondant à la discipline ou aux cours optionnels qu'ils ont choisis.

Recommandation 7

Que les programmes de second cycle dans le domaine des matériaux soient conçus tant pour les aspirants praticiens que pour les aspirants chercheurs, et que des programmes de maîtrise destinés aux professionnels dans le domaine des matériaux industriels soient créés dans les universités appropriées.

Recommandation 8

Que des initiatives soient prises pour mieux faire comprendre le rôle des matériaux à tous les intervenants du système universitaire, y compris l'établissement d'un comité permanent des intervenants à long terme.

Recommandation 9

Que des séries de lignes directrices soient établies pour : a) les changements aux

programmes d'études envisagés dans les recommandations 1, 6 et 7; b) les changements de mentalité, de climat et de procédures envisagés dans les recommandations 3 et 5.

Rapport sur la formation des techniciens et des technologues

Recommandation 1

Que les collèges mettent sur pied des cours de base pour doter les diplômés de compétences uniformes en communications, en mathématiques et en technologie.

Recommandation 2

Que les programmes collégiaux dans les disciplines liées à la technologie soient structurés de façon à inclure au moins un cours obligatoire sur les matériaux, dans le programme choisi.

Recommandation 3

Que l'Association des collèges communautaires du Canada (ACCC), en collaboration avec le Conseil canadien des techniciens et technologues (CCTT), établisse des mécanismes de consultation avec l'industrie en vue de mettre à jour les programmes de cours des cégeps et des collèges communautaires pour y inclure des programmes se rapportant aux matériaux.

Recommandation 4

Que les collèges donnent à leurs enseignants la possibilité d'actualiser leurs connaissances techniques en leur permettant de s'inscrire à des cours de courte durée offerts par les universités ou d'autres organismes de l'extérieur (p. ex., séminaires sur la consultation) sur les sujets d'intérêt, comme les nouveaux matériaux.

Recommandation 5

Que les collèges récompensent les professeurs qui s'attachent à enseigner l'excellence et à avoir des interactions dynamiques avec l'industrie dans

des nouveaux domaines comme les matériaux de pointe.

Recommandation 6

Que les collèges étendent le champ de l'enseignement coopératif en intégrant à leur programme des disciplines se rapportant aux MIP.

Recommandation 7

Qu'on regroupe un ensemble choisi de programmes collégiaux de technologie pour qu'ils soient enseignés dans des « centres de spécialisation » ayant le mandat élargi de devenir des chefs de file mondiaux en matière de formation dans certaines spécialités technologiques, y compris celles se rapportant aux matériaux.

Recommandation 8

Que les entreprises, les syndicats et les pouvoirs publics, en collaboration avec les établissements d'enseignement de niveau secondaire et post-secondaire, lancent une campagne nationale de valorisation de l'apprentissage au Canada en tant que mode d'acquisition de connaissances avancées et de formation professionnelle supérieure tout à fait avantageux.

Recommandation 9

Que l'administration publique, à tous les niveaux, appuie le secteur industriel en aidant les associations industrielles qui cherchent à valoriser les métiers spécialisés en tant que professions intéressantes.

Recommandation 10

Que le Conseil canadien des directeurs de l'apprentissage (CCDA), en étroite collaboration avec l'industrie, actualise et perfectionne le contenu des programmes de formation des principaux métiers liés aux matériaux industriels de pointe, de sorte que ces programmes reflètent la technologie la plus actuelle des MIP.

Recommandation 11

Que les programmes d'apprentissage dans le domaine technique soient rattachés aux universités (génie) et que des crédits soient accordés pour les cours techniques menant à l'obtention de diplômes supérieurs.

Rapport sur la diffusion aux PME des connaissances relatives aux MIP

Recommandation 1

Que l'innovation soit récompensée par un traitement fiscal procurant des avantages appréciables en ce qui touche les profits découlant de la fabrication de produits conçus et mis au point au Canada. Cette mesure devrait être conçue de façon à ne pas avoir de répercussions sur les recettes fiscales.

Recommandation 2

Qu'Industrie Canada et le Conseil national de recherches Canada (CNRC) répertorient toutes les entreprises bénéficiant d'une aide quelconque en vertu des divers programmes d'Industrie Canada et du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC, classées selon le type de matériaux utilisés; cet inventaire constituerait le point de départ d'une liste des PME susceptibles d'adhérer à un réseau national pour accéder à de nouvelles connaissances sur les MIP.

Recommandation 3

Que le réseau national sur les matériaux, s'appuyant à l'origine sur les bureaux régionaux d'Industrie Canada et les directions générales à Ottawa, qui a été étendu pour inclure le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), soit encore agrandi et étoffé par une représentation accrue des provinces et des industries du secteur privé, dans le but d'aider à repérer les entreprises qui tirent avantage des connaissances liées aux MIP et à faire connaître les réalisations fondées sur les MIP.

Recommandation 4

Que des démarches soient effectuées auprès d'une ou de plusieurs associations professionnelles pour qu'elles participent à la transmission des connaissances avec l'aide d'entreprises choisies qui fournissent des MIP. Ces associations chercheront à nouer des relations de travail plus étroites avec leurs homologues de l'industrie.

Recommandation 5

Que les bases de données de l'Échange de techniques de pointe entre manufacturiers canadiens (CAN-MATE) et la base de données de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST) qui transmettent aux PME les connaissances sur les MIP soient améliorées par l'ajout d'un répertoire de personnes ayant des connaissances sur les MIP et qu'elles soient rendues plus accessibles. Il conviendrait de mettre davantage l'accent sur l'information relative aux matériaux.

Recommandation 6

Qu'une part plus importante des subventions stratégiques destinées aux programmes de recherche orientée du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada soit réservée aux projets utilisant des MIP et s'attachant à résoudre des problèmes pertinents pour l'industrie. Qu'on incite en outre les entreprises bénéficiant d'une aide en vertu des divers programmes du gouvernement fédéral à rechercher le soutien des universités pour résoudre leurs problèmes techniques.

Liste des membres du CCNMIP

Alex Taylor (Président)
President and Chief Operating Officer
AGRA Industries Limited
Mississauga (Ontario)

James Renner (Vice-président)
President and Chief Operating Officer
Devtek Corporation
Markham (Ontario)

Germain Bélanger
Président
C.E.M.P. Bélanger Ltée
Saint-Germain-de-Grantham (Québec)

Angus A. Bruneau
Chairperson, President and Chief
Executive Officer
Fortis Inc.
St. John's (Terre-Neuve)

Colin Cooper
Chef, Ingénierie des matériaux
Pratt and Whitney Canada Inc.
Longueuil (Québec)

Roland Doré*
Ex-président
École Polytechnique
Montréal (Québec)

G.B. Dyer
DuPont Canada, Inc. (retraité)
Kingston (Ontario)

D.W. Jones
Assistant Dean (Research) and Professor
and Head
Division of Dental Biomaterials Science
Faculty of Dentistry
Dalhousie University
Halifax (Nouvelle-Écosse)

Mary Macdonald
Macdonald & Associates
Toronto (Ontario)

Robert H. Marchessault
Chaire CRSNG-XEROX
Département de chimie
Université McGill
Montréal (Québec)

Alexander McCallion
Former Vice-President
Canada United Steel Workers International
Press Association
St. Catharines (Ontario)

Stuart C. McCormack
Partner
Stikeman, Elliott
Ottawa (Ontario)

J. Peter McGeer
Directeur général
Centre ontarien de recherche sur les matériaux
Queen's University
Kingston (Ontario)

L.C. McLean
President
Steltech
Burlington (Ontario)

Sid Monaghan*
Chef
Recherche et soutien au développement
Pratt and Whitney Canada Inc.
Longueuil (Québec)

Raymond Roberge
Chef de service
Technologie des matériaux
Vice-présidence recherche (IREQ)
Hydro-Québec
Varenes (Québec)

Martha E. Salcudean
Professor and Head
Department of Mechanical Engineering
University of British Columbia
Vancouver (Colombie-Britannique)

J. Laurent Thibault
Coprésident — Patronal
Commission canadienne de mise en valeur
de la main-d'œuvre
Ottawa (Ontario)

Robert Weir
Executive Vice-president, Technology
Sherritt Technologies
Fort Saskatchewan (Alberta)

Membres d'office

John Banigan
Sous-ministre adjoint
Secteur des industries de fabrication
et de transformation
Industrie Canada
Ottawa (Ontario)

André Lafond
Directeur général
Direction générale des matériaux
Industrie Canada
Ottawa (Ontario)

Allan Nymark
Sous-ministre adjoint
Politiques industrielle et scientifique
Industrie Canada
Ottawa (Ontario)

* ont démissionné

Groupe de travail sur l'enseignement universitaire

Colin Cooper (Président)
Chef, Ingénierie des matériaux
Pratt and Whitney Canada Inc.

Angus A. Bruneau
Chairman, President and Chief
Executive Officer
Fortis Inc.

Robert H. Marchessault
Chaire CRSNG-XEROX
Département de chimie
Université McGill

J. Peter McGeer
Directeur général
Centre ontarien de recherche sur les matériaux
Queen's University

Martha E. Salcudean
Professor and Head
Department of Mechanical Engineering
University of British Columbia

Robert Weir
Executive Vice-President, Technology
Sherritt Technologies

Debora Toll
Secrétariat du CCNMIP
Industrie Canada

Groupe de travail sur la formation des techniciens et technologues

Germain Bélanger (Président)
Président
C.E.M.P. Bélanger Ltée

Alexander McCallion
Former Vice-President
Canada United Steel Workers International
Press Association

L.C. McLean
President
Steltech

J. Laurent Thibault
Coprésident — Patronal
Commission canadienne de mise en valeur
de la main-d'œuvre

Hamid Mostaghaci
Secrétariat du CCNMIP
Industrie Canada

**Groupe de travail sur la diffusion aux PME
des connaissances relatives aux MIP**

G.B. Dyer (Président)
DuPont Canada, Inc. (retraité)

D.W. Jones
Assistant Dean (Research) and Professor
and Head
Division of Dental Biomaterials Science
Faculty of Dentistry
Dalhousie University

Mary Macdonald
Macdonald & Associates

Stuart McCormack
Partner
Stikeman, Elliott

James Renner
President and Chief Operating Officer
Devtek Corporation

Raymond Roberge
Chef de service
Technologie des matériaux
Vice-présidence recherche (IREQ)
Hydro-Québec

Donald Waite
Secrétariat du CCNMIP
Industrie Canada

Liste des intervenants, des participants à la table ronde et des participants invités

**Groupe de travail
sur l'enseignement universitaire**

Brian L. Barge
President
Alberta Research Council

Louis Berlinguet
Président
Conseil de la science et de la technologie

Malcolm Bibby*
Doyen d'ingénierie
Université Carleton
Membre du Comité national des doyens
d'ingénierie et des sciences appliquées

Ron Biggs*
Directeur de la Recherche
Institut de recherche en construction
Conseil national de recherches Canada
Président, Bureau canadien d'accréditation
des programmes d'ingénierie

Sam Boutziouvis*
Représentant
Conseil canadien des chefs d'entreprises

Tom Brzustowski
Secrétaire du Conseil du premier ministre
sur le renouveau économique
Province de l'Ontario

Florence Campbell
Vice-présidente
Marketing des entreprises
Conference Board du Canada

David J. Cox
Vice-President, Advanced Technology
Alberta Research Council

Thomas P. d'Aquino
Président-directeur général
Conseil canadien des chefs d'entreprises

Alan G. Davenport
Director and Professor
Boundary Layer Wind Tunnel Lab
University of Western Ontario
Représentant de l'Académie canadienne du génie

Leo Derikx*
Directeur général
Recherche orientée
Conseil de recherches en sciences naturelles
et en génie du Canada

John Dinsmore*
Président
Forum entreprises-universités

Reg Eadie*
Professor of Mining, Metallurgical
and Petroleum Engineering
University of Alberta

William Erickson
Directeur, Laboratoires de la technologie
des métaux
Énergie, Mines et Ressources Canada

Bob Fessenden
Vice-President, Development and Planning
Alberta Research Council

Robert Fournier
Associate Vice-President, Research
Dalhousie University

Hani Henein*
Professor of Engineering
Department of Mining, Metallurgical
and Petroleum Engineering
University of Alberta

Jim Hutch
President
Saskatchewan Economic Development

William Kerr
Président
Conseil canadien des ingénieurs

L'honorable Ralph Klein
Premier ministre
Gouvernement de l'Alberta

Julia Levy
Vice-President, Discovery
Quadra Logic Technologies, Inc.

Nigel Lloyd*
Directeur général
Subventions à la recherche
Conseil de recherches en sciences naturelles
et en génie du Canada

John Lockyer
Consultant
Ancien directeur général
Forum canadien sur les matériaux industriels
de pointe

Jacques Martel
Directeur général
Institut des matériaux industriels
Conseil national de recherches Canada

Gordon McNab
Directeur
Institut de robotique et de systèmes intelligents
Membre de l'Académie canadienne du génie

T.R. Meadowcroft
Head, Metals and Metals Engineering
University of British Columbia

Axel Meisen
Dean of Applied Science
University of British Columbia
Membre de l'Académie canadienne du génie

R.W. Miller
Vice-President, Research
University of British Columbia

Peter Morand
Président
Conseil de recherches en sciences naturelles
et en génie du Canada

Gary Mullins
Sous-ministre
Ministère de l'Enseignement supérieur, de la
Formation et de la Technologie
Province de la Colombie-Britannique

Peter Nikiforuk
Dean of Engineering
University of Saskatchewan

Fred Otto
Dean of Engineering
University of Alberta

John Parker
Chairperson
Science Institute of the Northwest Territories

Art Pearson
President
Yukon Science Institute

Richard E. Peter
Dean of Science
University of Alberta

Joe Ploeg*
Vice-président
Recherche en génie et en technologie
Conseil national de recherches Canada

James K. Reichert
Acting President
Conseil de l'innovation économique
et de la technologie du Manitoba

Martha E. Salcudean*
Professor and Head
Department of Mechanical Engineering
University of British Columbia
Représentante du ministère de l'Enseignement
supérieur, de la Formation et de la Technologie
Province de Colombie-Britannique

Gordon Slemon*
Department of Electrical and Computer
Engineering
University of Toronto
Directeur de l'Académie canadienne du génie

Graham Taylor*
Président
Association des organisations provinciales
de recherche du Canada

Stephen Van Houten
Président
Association des manufacturiers canadiens

Lou Visentin
Dean of Science
Memorial University

K.F. Williams
President
Industrial Engines Limited

Clive Willis
Vice-président (Sciences)
Conseil national de recherches Canada

Ron Woodward
President
Science Council of British Columbia

* Participants à la table ronde

**Groupe de travail sur la formation
des techniciens et technologues**

J.P. Arsenault
Président
Société québécoise de développement
de la main-d'œuvre

Dono Bandoro* pour
Lionel Dixon
Directeur général
Information sur les professions et les carrières
Développement des ressources humaines

Stewart Baxter*
Deuxième vice-président
Conseil canadien des techniciens et technologues

Louis Berlinguet
Président
Conseil de la science et de la technologie

G.L. Bolton*
Président
Société de la métallurgie de l'Institut canadien
des mines, de la métallurgie et du pétrole

Bernie Brunino
Personnel Manager
Fabricated Plastics Limited

Rosemarie Dallaire
Coordonnatrice des Centres spécialisés
Direction générale de l'enseignement collégial
Ministère de l'Enseignement supérieur et de
la Science
Gouvernement du Québec

Lou Dalton
Président, Conseil canadien des directeurs
de l'apprentissage
Ministère de l'Éducation
et des Ressources humaines
Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard

Yuri Daschko
Directeur, Bourses et prix
Industrie Canada

Gérard Docquier*
Coprésident — Syndicat
Commission canadienne de mise en valeur
de la main-d'œuvre

Diane Drouin
Présidente
Fédération des commissions scolaires du Québec

Robert Fewes
Directeur, Technologie
Bell Helicopter Textron

Richard Glinski
Directeur exécutif
Forum canadien sur les matériaux industriels
de pointe

Robert Guillemette
Directeur général
Centre de matériaux composites de Saint-Jérôme

Bernard Marcoux
Directeur du personnel
Camoplast Inc.

Odette Mercier
Directrice générale pour le Québec
Société des industries du plastique du Canada

Yvon Morin
Président
Conseil des collèges du Québec

Nabil Mustafa*
Executive Director
Canadian Plastics Institute

Graham Orpwood
Chairperson of the Committee on National
Standards for Technologists in Applied Science
and Engineering
The Impact Group

Joseph Pusztai* pour
Tom Norton
Président
Association des collèges communautaires
du Canada

Roland Schnippering
Coordonnateur, Formation et développement
Ressources humaines
Siemens Electric Limited

Paul Stoll
Analyste principal
Perspectives du marché du travail
et analyse sectorielle
Politique stratégique et planification
Ressources humaines et Perfectionnement
Canada

Jake Thygeson
Alberta Apprenticeship and Trade
Certification Board

Fred Williamson
a/s Northern Alberta Institute of Technology

Joanne Steinberg
Auparavant Directrice de Bourses et prix
Industrie Canada

* Participants à la table ronde

**Groupe de travail sur la diffusion aux PME
des connaissances relatives au MIP**

Clifford N. Baronet*
Vice-président
Programme d'aide à la recherche industrielle
Conseil national de recherches Canada

Richard Court
President
Court Holdings Limited

Calvin R. Cupp
Consultant
Kingston (Ontario)

Leo Derikx*
Directeur général, Recherche orientée
Conseil de recherches en sciences naturelles
et en génie du Canada

Ron Evason*
Président
Société des industries du plastique du Canada

Gordon W. Gow
Président-directeur général
Société internationale de l'Ontario

M.J. Grogan
Directeur, Division des achats
Ford du Canada Ltée

David Hodgson*
Executive Director
Ordre des architectes de l'Ontario

Mark McDermott*
Director
Office of Research Contracts and
Intellectual Property
Associate Professor
Pathology and Health Sciences Center
McMaster University

Colin Overy
Manager, Product Development
Black & Decker Canada Inc.

Bob Porter*
Directeur général intérimaire
Direction générale des matériaux
Industrie Canada

Russell Roberts
Conseiller spécial
Section de la planification des politiques
et de la consultation
Industrie Canada

Terry Sutherland
President
FRE Composites Inc.

Chris Twigge-Molecey
Vice-President, Technical Development
Hatch & Associates

Stephen Van Houten*
Président
Association des manufacturiers canadiens

* Participants à la table ronde

Rapport sur l'enseignement universitaire

Introduction

Le Comité consultatif national sur les matériaux industriels de pointe (CCNMIP) relève du ministre de l'Industrie du Canada; son objectif est d'élaborer des stratégies nationales visant à accélérer la mise au point et l'application des matériaux de pointe et des techniques connexes indispensables pour renforcer la compétitivité internationale de l'industrie canadienne. Le Groupe de travail sur l'enseignement universitaire constitué au sein du CCNMIP a pour mission de s'intéresser aux cours sur les matériaux et les matières connexes dans les universités canadiennes.

Pour être concurrentielle, l'industrie canadienne doit faire la meilleure utilisation possible des matériaux, y compris les matériaux de pointe, dans ses produits et procédés. A cette fin, les étudiants canadiens en génie ont besoin d'acquérir une connaissance et une compréhension des matériaux et de leurs applications et de prendre conscience de leur importance. Le pays a également besoin d'un plus grand nombre de spécialistes capables de travailler dans l'industrie pour assurer la mise au point et l'application de matériaux de pointe.

Les auteurs du rapport mettent en évidence quatre principaux obstacles à l'atteinte de ces objectifs : l'enseignement inadéquat de la conception technique, une interaction insuffisante entre les facultés de génie et l'industrie, un enseignement inadéquat sur les matériaux et un manque d'aptitude des diplômés à la communication orale et écrite.

Neuf recommandations ont été formulées pour surmonter ces obstacles. Le principal but est d'améliorer l'enseignement de la conception technique en tant que processus au cours duquel on choisit les matériaux et détermine leur utilisation, en faisant ressortir le fait que la réussite en matière de mise au point de produits dépend des

rapports entre la conception, les procédés de fabrication et les matériaux. Un meilleur enseignement de la conception nécessite des changements dans le système de mérite des universités de façon à mettre sur un pied d'égalité l'enseignement et la recherche, à reconnaître l'importance des échanges entre les membres du corps professoral et l'industrie et à donner la place qui convient à la recherche fondée tant sur la synthèse que sur l'analyse. Il convient en outre de modifier les priorités régissant l'attribution des subventions à la recherche.

Il faut rehausser le nombre et la qualité des cours portant sur les matériaux tant au niveau du premier cycle que du second cycle. Tous les étudiants du premier cycle en génie devraient recevoir un enseignement théorique sur les matériaux et avoir accès à une formation plus spécialisée sur les matériaux liés à la discipline ou aux matières à option qu'ils ont choisies. Les programmes de deuxième cycle sur les matériaux devraient répondre aux besoins des personnes qui aspirent à travailler dans la mise au point de matériaux ou qui désirent faire de la recherche. Il conviendrait d'établir, dans les universités qui s'y prêtent, des programmes de maîtrise en matériaux industriels destinés aux professionnels.

Il est important de sensibiliser davantage tous les intervenants du système universitaire — administrateurs, facultés, étudiants, industries et organismes qui octroient des fonds pour l'enseignement et la recherche — au rôle essentiel que jouent la conception technique et les matériaux dans le bien-être économique du Canada.

Le rapport contient des propositions précises pour la mise en œuvre des recommandations et désigne en outre les personnes ou les organismes en mesure de réaliser les changements recommandés.

Dans les trois pages qui suivent, les principales suggestions du rapport sont regroupées en fonction de l'agent de changement

ou de l'intervenant à qui il incombe de prendre des mesures.

Principales suggestions

Les facultés de génie devraient :

- intégrer l'enseignement de la conception technique à toute les étapes du programme de cours, en expliquant la façon dont se déroule la conception dans l'industrie, et notamment le rôle des équipes; la promotion des membres du corps professoral devrait être liée à la participation à ce processus
- en accord avec l'université dont elles relèvent, engager et rémunérer les membres du corps professoral en considérant au même titre l'expérience dans le domaine industriel et l'expérience universitaire (bourse d'études postdoctorales ou appartenance au corps professoral) et accorder autant d'importance aux réalisations en matière de conception technique qu'à la publication d'articles; la promotion devrait être liée au développement continu de l'expérience acquise dans le secteur industriel
- inclure au moins un cours obligatoire sur les matériaux dans le programmes d'études de premier cycle en vue de donner une idée des matériaux disponibles, de leur rôle dans les nouveaux produits et procédés ainsi que de la façon dont on peut acquérir d'autres connaissances sur les matériaux et leurs applications; de nombreuses universités offrent déjà ce genre de cours, mais il convient de faire davantage
- offrir un programme de maîtrise pour les spécialistes des matériaux dans les universités appropriées du Canada, programme intégrant à la fois l'enseignement théorique sur l'utilisation des matériaux dans la conception technique et la réalisation d'un projet sur les MIP dans l'industrie

- offrir des cours pour adultes en technologie des matériaux
- améliorer la compétence des diplômés en génie en matière de communication orale et écrite
- chercher à effectuer des recherches en collaboration avec l'industrie.

Les universités devraient :

- inciter et aider les facultés de génie à mettre en œuvre les changements susmentionnés
- dans le domaine des matériaux, privilégier les programmes multidisciplinaires réunissant plusieurs facultés au niveau du premier et du deuxième cycle; les programmes de deuxième cycle doivent s'adresser tant aux chercheurs qu'aux praticiens
- encourager une sensibilisation accrue du milieu universitaire — administrateurs, facultés et étudiants — au rôle des matériaux dans la conception de nouveaux produits et procédés industriels touchant le bien-être économique du Canada.

Les gouvernements provinciaux devraient :

- accorder un soutien financier accru et sélectif aux universités et aux facultés qui mettent en œuvre les changements recommandés ci-dessus en tenant compte des coûts supplémentaires engagés pour un enseignement de qualité sur la conception technique et les matériaux
- lier l'aide financière permanente à l'existence de liens de plus en plus importants entre les facultés et l'industrie.

Le gouvernement fédéral devrait :

- soutenir et encourager activement le CRSNG et d'autres mandataires du gouvernement dans leur mise en œuvre des changements recommandés par le présent rapport

- encourager les titulaires de marchés publics à faire davantage appel à la recherche en collaboration avec les universités
- parrainer un concours national de conception technique, de préférence par l'intermédiaire du CNRC.

Le CRSNG devrait :

- par l'intermédiaire de ses comités, accorder ses subventions de recherche, ses subventions stratégiques et ses subventions de recherche collective aux facultés de génie qui font porter leurs recherches sur la conception et la synthèse et qui poursuivent des échanges avec l'industrie
- accroître le financement destiné aux projets de recherche menés en collaboration par l'université et l'industrie
- dans les instructions données aux comités de sélection des subventions, préciser l'importance pour les chercheurs de maintenir des rapports avec l'industrie par le biais de congés sabbatiques, de la recherche exécutée sous contrat et de la consultation.

L'industrie devrait :

- participer à la mise en place des ressources nécessaires pour l'enseignement de la conception industrielle en mettant à contribution des professeurs adjoints, des praticiens du domaine des MIP, en donnant accès à des laboratoires, en présentant des études de cas et versant une aide financière
- offrir une aide analogue en ce qui a trait à l'enseignement du génie et des sciences des matériaux
- recruter activement des membres du corps professoral en congé sabbatique et les amener à s'intéresser aux problèmes de la conception industrielle
- soutenir les programmes de maîtrise de spécialistes en intégrant des étudiants à des projets sur les matériaux et en leur assurant

un soutien financier et un perfectionnement professionnel

- encourager les facultés de génie à offrir des cours du soir sur la technologie des matériaux
- chercher les possibilités de recherche en collaboration avec les universités.

Besoins

Pour être concurrentielle, l'industrie canadienne a besoin de faire la meilleure utilisation possible des matériaux, y compris les MIP dans ses produits et procédés. Les universités et l'industrie canadiennes ont réalisé d'importants progrès dans la recherche, la mise au point et l'application de nouveaux matériaux et procédés.

Pour arriver à transformer ces progrès scientifiques en gains économiques, les étudiants en génie doivent acquérir une connaissance et une compréhension suffisantes des matériaux et de leurs applications, y compris la gamme étendue de matériaux qui sont disponibles à l'étranger. Ainsi, l'industrie pourra s'appuyer sur des ingénieurs qui seront au courant de la vaste gamme de matériaux disponibles et en mesure de les appliquer à la conception de produits et de procédés, au sein des entreprises actuelles ou en vue de la création de nouvelles industries.

Le pays a également besoin d'un plus grand nombre de spécialistes hautement qualifiés pour travailler dans l'industrie, assurer la mise au point et l'application de matériaux de pointe et effectuer des recherches sur les nouveaux matériaux et procédés.

Obstacles

Le Groupe de travail a relevé quatre principaux obstacles à la satisfaction de ces besoins.

Enseignement inadéquat de la conception

industrielle : C'est à l'étape de la conception que sont déterminés le choix et l'utilisation des matériaux. On ne reconnaît pas toujours la relation critique existant entre la conception, le choix des matériaux et les procédés de fabrication et on néglige souvent cet aspect dans l'enseignement, ce qui n'est pas le cas en Europe. Cette lacune est encore accentuée par le système de mérite des professeurs, qui accorde plus d'importance à la recherche qu'à l'enseignement ou aux échanges avec l'industrie ainsi que juge plus prestigieuse la publication d'articles analytiques que la conduite d'activités de synthèse et de conception.

Interaction insuffisante entre les facultés de génie et l'industrie

(en particulier en matière d'enseignement de la conception technique) : Ce manque d'échanges explique la participation inadéquate de l'industrie aux études en génie — tant en matière de formation des ingénieurs que de recherche en collaboration avec les universités — et l'absence de définition de ce que l'industrie attend des universités. On constate par ailleurs que de nombreuses facultés de génie connaissent mal le processus de conception dans l'industrie.

Enseignement inadéquat des sciences des matériaux

: Ce problème touche aussi bien les étudiants en génie inscrits à des programmes généraux que les aspirants praticiens du domaine. Cet enseignement doit comprendre de l'information sur les propriétés, la sélection et l'application des matériaux nouveaux et traditionnels, de même que les techniques de conception de nouveaux matériaux qui peuvent être perfectionnés pour leur application.

Manque d'aptitude à la communication orale et écrite

: Cette lacune restreint les capacités des diplômés en génie.

Analyse et recommandations

Enseignement de la conception technique

Le choix et l'utilisation des matériaux sont déterminés à l'étape de la conception technique; de plus, la relation entre la conception, les procédés de fabrication et les matériaux est cruciale pour la mise au point de produits satisfaisants.

Recommandation 1

Que la conception technique, au sein du programme d'études de premier cycle, soit enseignée de façon plus généralisée et qu'on souligne son rôle primordial dans le processus industriel, y compris dans l'entrepreneuriat, ainsi que ses multiples interfaces avec toutes les disciplines du génie.

Un programme efficace d'études de premier cycle en conception industrielle devrait présenter les caractéristiques suivantes :

- enseignement théorique de la conception industrielle et de la synthèse tout au long du programme, y compris la première année, sans oublier le rôle de l'analyse dans le processus de conception
- enseignement théorique sur le processus global de mise au point de nouveaux produits dans lequel s'inscrit la conception technique au sein de l'industrie, mettant l'accent sur l'utilisation croissante des équipes multidisciplinaires
- enseignement de toutes les matières spécialisées dans le contexte du processus de conception où elles seront éventuellement utilisées
- insistance sur l'importance de la sélection des matériaux et l'analyse de la performance des matériaux dans le processus de conception; indication des moyens disponibles pour acquérir les connaissances nécessaires
- réalisation de projets de conception concurrentiels faisant appel à des équipes

multidisciplinaires tout au long du programme

- enseignement théorique de la relation entre la conception de produits, la sélection de matériaux et les procédés de fabrication
- présentation aux étudiants de problèmes concrets de conception industrielle, dans le cadre de leur programme, les amenant, dans la mesure du possible, à tenter d'y trouver une solution par une démarche parallèle à celle du concepteur industriel; il convient de veiller à ce que les aspects de la conception liés aux matériaux soient correctement abordés
- utilisation maximale d'enseignants ayant de l'expérience dans l'industrie, tant à plein temps que comme auxiliaires
- liaison avec les programmes de bourses de façon à refléter les priorités susmentionnées.

Tous ces éléments nécessitent des changements aux programmes de cours qui entraîneront une nouvelle répartition des ressources universitaires destinées à la formation des ingénieurs, en tenant compte, en particulier, du ratio professeurs-étudiants plus élevé requis pour l'enseignement efficace de la conception et des ressources nécessaires pour la réalisation pratique des conceptions techniques des étudiants.

Il existe un lien direct entre l'enseignement et la recherche; par conséquent, l'affectation des fonds de recherche influence les paramètres d'enseignement des universités.

Recommandation 2

Que le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), par l'intermédiaire de ses comités, accorde ses subventions de recherche, ses subventions stratégiques et ses subventions de recherche collective aux facultés de génie qui font porter leurs recherches sur la conception et la synthèse ainsi que poursuivent des échanges avec l'industrie.

Pour concrétiser les améliorations recommandées en matière de formation des ingénieurs, il est nécessaire de récompenser adéquatement les membres du corps professoral qui s'acquittent des tâches et des activités préconisées.

A l'intérieur de la faculté, il importe que le doyen repère et appuie les départements et les individus qui émergent comme agents de changement et leur affecte des ressources à l'appui de l'enseignement de la conception technique et des sciences des matériaux.

Recommandation 3

Que chaque université révise son système de mérite des enseignants de la faculté de génie afin de reconnaître l'excellence dans l'enseignement, les échanges avec l'industrie ainsi que la compétence en matière de conception technique et de matériaux au même titre que les résultats de la recherche et les connaissances des spécialistes.

Il conviendrait de favoriser l'embauche de membres du corps professoral faisant état d'une expérience dans l'industrie et de garantir la reconnaissance de cette expérience dans les titularisations et les promotions.

Interaction entre les facultés de génie et l'industrie

Pour concrétiser les améliorations en matière de la formation des ingénieurs, il est essentiel de resserrer les liens entre les facultés et l'industrie dans quatre domaines clés — définition par l'industrie de ce qu'elle attend des diplômés en génie, mise en contact des professeurs et des étudiants en génie avec les pratiques industrielles, participation de l'industrie au processus d'enseignement et à la recherche en collaboration.

En raison de la fragmentation sectorielle et géographique de l'industrie canadienne, et notamment du grand nombre d'entreprises qui ne sont rattachées à aucune association nationale, il

n'est possible de répondre que sur une base locale à de nombreuses questions ayant trait aux besoins et aux attentes de l'industrie. Dans certains cas, cela a été fait, du moins en partie. L'industrie a non seulement besoin de personnel qualifié, mais les industriels ont aussi besoin de cours pour perfectionner leurs connaissances de la technologie des matériaux.

Recommandation 4

Que chaque faculté de génie se dote d'un mécanisme de définition des besoins et des attentes des secteurs industriels qui absorbent la majorité des diplômés ou qui correspondent le plus étroitement aux spécialités techniques de la faculté. Lorsque c'est possible, cette exploration devrait être effectuée localement et devrait inclure les besoins de l'industrie en matière d'éducation permanente dans le domaine de la technologie des matériaux.

Recommandation 5

Que chaque faculté de génie crée un climat propre à encourager les membres du corps professoral à avoir des échanges avec l'industrie leur permettant d'acquérir une expérience industrielle dans le cadre de congés sabbatiques, d'activités de consultation ou de projets de R-D en collaboration; il faudrait inciter les praticiens de l'industrie à se joindre au corps professoral à plein temps ou comme titulaires de postes d'auxiliaires.

L'adoption des mesures suivantes est propre à favoriser ce climat :

- choisir le sujet des thèses de maîtrise et de doctorat en fonction des besoins de l'industrie canadienne, et faire diriger conjointement des thèses de maîtrise en génie par l'université et une entreprise
- soutenir vigoureusement l'attribution de subventions de recherche collective dans le cadre du Programme des partenariats de recherche du CRSNG ainsi que veiller à ce que les chercheurs soient parfaitement

informés de ce programme et incités à présenter des demandes

- établir (ou améliorer) au sein de l'université les points d'échanges accessibles aux entreprises désireuses de solliciter son expertise technique, dans le but éventuel d'aboutir à des consultations, à de la recherche en collaboration ou à d'autres types d'échanges
- au moment d'engager des membres du corps professoral, accorder la même valeur à l'expérience dans l'industrie et à l'expérience universitaire (bourse d'études postdoctorales ou membre du corps professoral); les réalisations dans le domaine de la conception devraient être considérées comme équivalant au moins aux articles examinés
- lier les promotions à la poursuite de l'expérience en milieu industriel dans le cadre d'activités de congé sabbatique et d'échanges avec l'industrie
- donner aux étudiants la possibilité de faire l'expérience du milieu industriel (ou améliorer les programmes actuels à cet égard) grâce à des programmes de coopération, à des stages ou en reconnaissant les années d'expérience professionnelle; de tels programmes accroissent les échanges entre les membres du corps professoral et l'industrie et demandent l'appui de l'industrie.

Enseignement des sciences des matériaux

Les besoins en matière d'enseignement théorique sur les matériaux varient considérablement, depuis les besoins de l'étudiant en informatique qui s'intéresse aux systèmes d'information jusqu'à ceux de l'aspirant spécialiste des matériaux désireux de créer des matériaux composites conçus pour les milieux hostiles.

Un meilleur enseignement dans le domaine des matériaux exige une sensibilisation accrue du milieu universitaire, tant les professeurs que les étudiants, au rôle des matériaux dans la conception de produits et de procédés industriels.

Recommandation 6

Que le programme de premier cycle des étudiants en génie soit structuré de façon à leur donner : a) l'enseignement théorique général requis sur les propriétés et la sélection des matériaux; b) l'accès à un enseignement plus spécialisé sur les matériaux correspondant à la discipline ou aux cours optionnels qu'ils ont choisis.

Un programme efficace de cours généraux sur les matériaux destiné aux étudiants de premier cycle devrait comprendre une orientation adéquate des étudiants leur indiquant les études théoriques pertinentes et le lieu où elles sont offertes. Les programmes de second cycle et de premier cycle devraient être multidisciplinaires et, de façon générale, mettre à contribution plusieurs départements et plus d'une faculté.

Des programmes de spécialisation devraient être accessibles à ceux qui ont choisi une majeure en sciences ou en technologie des matériaux. Étant donné que toutes les écoles de génie ne disposent pas de spécialistes dans tous les aspects relatifs aux matériaux, il peut être nécessaire d'envisager la possibilité de cours partagés et de télé-enseignement et de considérer l'amélioration de la transférabilité des crédits universitaires.

Recommandation 7

Que les programmes de second cycle dans le domaine des matériaux soient conçus tant pour les aspirants praticiens que pour les aspirants chercheurs, et que des programmes de maîtrise destinés aux professionnels dans le domaine des matériaux industriels soient créés dans les universités appropriées.

Ces programmes comprendraient à la fois un enseignement sur l'utilisation des matériaux dans les produits fabriqués et les procédés industriels ainsi que la réalisation d'un projet sur les matériaux dans l'industrie.

Recommandation 8

Que des initiatives soient prises pour mieux faire comprendre le rôle des matériaux à tous les intervenants du système universitaire, y compris l'établissement d'un comité permanent des intervenants à long terme.

Ces initiatives devraient comprendre les mesures suivantes :

- établir un concours de conception industrielle axée sur les matériaux, parrainé de préférence par le CNRC
- établir une table ronde nationale sur la conception au moyen de matériaux, consacrée aux questions liées à l'enseignement
- repérer les défenseurs des sciences des matériaux et de la recherche liée aux matériaux tant dans les universités qu'au sein de l'industrie, y compris tout regroupement régional de ce genre d'experts; diffuser cette information aux universités et aux étudiants qui n'ont pas encore choisi leur programme d'études.

Comme le CCNMIP est à la fois un comité à temps partiel et de nature temporaire, on devrait créer un comité permanent constitué d'intervenants nommés pour une longue période ayant pour mandat d'actualiser de façon régulière les questions relatives aux matériaux et les recommandations du présent Groupe de travail et surtout, de s'assurer qu'elles demeurent au cœur des préoccupations des parties intéressées.

Les membres de ce comité devraient émaner des trois parties intéressées disposant de personnel à temps plein, à savoir le Conseil canadien des ingénieurs (CCI), Industrie Canada et le CRSNG; il conviendrait de demander au Comité national des doyens d'ingénierie et des sciences appliquées ainsi qu'au Forum entreprises-universités (FEU) de participer à la mise sur pied du comité, et notamment d'affecter un conseiller auprès de ce comité. En plus des initiatives déjà précisées dans la présente recommandation, ce comité devrait encourager

tous les intervenants à faire valoir et à défendre l'importance des matériaux et du développement des réseaux pour toutes les activités liées aux MIP. Il faudrait en outre solliciter de façon active la participation de l'industrie, en particulier des associations.

Aptitudes à la communication orale et écrite

Dans toute activité liée à la conception de matériaux ou à l'utilisation des matériaux, il est essentiel que les diplômés en génie soient en mesure de communiquer adéquatement, tant oralement que par les moyens graphiques ou par écrit. Bien que les racines du problème puissent être des carences de l'enseignement primaire et secondaire, il n'en incombe pas moins aux universités de former des diplômés suffisamment compétents pour occuper les emplois qui s'offrent à eux.

Il est également indispensable de renforcer véritablement la promotion et l'utilisation de MIP en faisant mieux comprendre aux pouvoirs publics, au milieu universitaire et au grand public le rôle essentiel de la conception technique et des matériaux dans la restauration et le maintien de la prospérité du Canada.

Reconnaissance professionnelle

Le Groupe de travail a analysé de manière approfondie le rôle de la reconnaissance professionnelle dans l'amélioration de l'enseignement sur les matériaux. La nécessité d'un meilleur enseignement devrait être évaluée dans le cadre du processus de reconnaissance professionnelle comme le préconisent les recommandations 1 et 5; toutefois, l'on sait que des exigences trop strictes pourraient entraver l'élaboration d'un programme d'études plus efficace. Le Groupe de travail préconise aussi une meilleure représentation de l'industrie au sein des équipes de reconnaissance professionnelle, en particulier par l'intermédiaire des associations sectorielles.

A l'heure actuelle, on compare les programmes d'études canadiens avec ceux offerts par les facultés de génie des États-Unis, du Royaume-Uni et d'autres pays. Toutefois, si on les mesurait par rapport aux programmes offerts par d'autres pays comme la France, l'Allemagne, la Corée du Sud ou Taiwan et, en particulier, par les pays qui considèrent leurs facultés de génie comme des ressources économiques cruciales, les points de comparaison, en ce qui touche les programmes canadiens, seraient peut-être plus pertinents. On sait également que dans de nombreux pays, l'accent est mis sur l'inscription dans les universités plutôt que sur la reconnaissance professionnelle. Néanmoins, ce sont les résultats de l'enseignement qui devraient être comparés.

Contexte

Les conclusions et recommandations ci-dessus se rapportent à la situation « canadienne » actuelle dans le domaine des matériaux, surtout les matériaux de pointe, ainsi qu'aux répercussions des pratiques de formation des ingénieurs sur l'enseignement portant sur les matériaux dans les universités et la meilleure utilisation possible des matériaux par l'industrie « canadienne ».

Dans l'ensemble, ces conclusions et recommandations concordent avec une prise de conscience « internationale » quant à la nécessité d'apporter d'importants changements à la formation des ingénieurs si l'on veut doter les diplômés des instruments nécessaires à un ingénieur débutant et si on veut qu'elle fournisse au secteur industriel, en particulier les PME, les ingénieurs dont il a besoin pour être concurrentiel sur les marchés actuels.

L'objectif de ce grand mouvement en faveur du changement est de combler le fossé entre la « théorie » enseignée dans les universités et la « pratique » du génie dans l'industrie. La

principale cible est l'amélioration de l'enseignement de la conception industrielle, y compris sa relation avec les matériaux et la fabrication. Par le passé, le principal obstacle a été la tendance croissante à mettre l'accent, dans l'enseignement de premier cycle, sur l'ingénierie au détriment de la pratique.

Ce grand mouvement a été à l'origine d'un certain nombre de rapports et de mesures adoptées au Canada de même qu'aux États-Unis, en Europe, en Australie et en Nouvelle-Zélande. Les conclusions de ces rapports concordent avec les recommandations ci-dessus.

Engineering Education in Canadian Universities (Académie canadienne du génie).

Récent rapport de l'Académie canadienne du génie qui appuie spécifiquement les recommandations 1, 3, 5 et 7. Le Groupe de travail a exprimé fermement son soutien aux conclusions du présent rapport.

Engineering Research in Canadian Universities (Académie canadienne du génie, 1991).

Rapport qui établit 17 principes directeurs pour la recherche en génie au Canada. Là encore, plusieurs de ces principes et le but général du rapport vont dans le sens des recommandations 1, 2, 3 et 5.

Integrated Materials-Technology Education : (Rapport de l'atelier international sur l'enseignement intégré de la technologie des matériaux, fondation EDUCMAT, Bologne, Italie, février 1992).

Rapport qui souligne la relation critique entre la conception, les matériaux et la fabrication et appuie au sens large les recommandations 1, 5, 6 et 7.

Le développement du secteur de l'ingénierie (Conseil des universités du Québec, 1992).

Rapport qui recommande qu'on s'attache à mieux définir les objectifs des études de premier cycle, qu'on porte une attention accrue à la conception et à l'expérience exigée des professeurs, qu'on établisse des programmes de maîtrise pour les spécialistes et qu'on accroisse les interactions avec la profession. Il appuie les recommandations 3, 5 et 7.

Research and Education in Mechanical Engineering (Industrie, Sciences et Technologie Canada, mars 1992).

Bien que portant sur le génie mécanique, ce rapport comporte nombre de recommandations s'appliquant à d'autres disciplines du génie et allant dans le sens des recommandations 1, 3 et 5.

The Future of Engineering Education in Canada (Comité national des doyens d'ingénierie et des sciences appliquées [CNDISA] et Conseil canadien des ingénieurs [CCI], 1992).

Récent rapport qui, bien qu'il porte surtout sur le contexte canadien, cerne les éléments de cette lame de fond aux États-Unis, au Royaume-Uni, en France, en Suède et en Australie. Sans analyser de discipline particulière comme les matériaux, ce rapport appuie de toute évidence les recommandations 1, 3 et 5 ci-dessus, de même que le principe de la recommandation 7.

De nombreuses universités canadiennes ont déjà subi les effets de cette lame de fond et plusieurs ont établi des programmes qui promettent de devenir des exemples valables de mise en œuvre fructueuse des changements proposés par

ces rapports. Le rapport du CNDISA et du CCI recommande l'établissement d'un inventaire des activités couronnées de succès pour que d'autres puissent s'en inspirer. D'autres ont présenté des suggestions analogues.

Mise en œuvre

Le tableau 1 dresse la liste des huit recommandations susmentionnées et des personnes ou organismes qui, en tant qu'agents de changement, devraient jouer un rôle de premier plan, secondaire ou de soutien dans la mise en œuvre de chaque recommandation.

Plusieurs de ces recommandations comportent d'importants changements dans les systèmes de rémunération du corps professoral au chapitre de l'enseignement, de la recherche et de l'interaction avec l'industrie. Les leviers de ces systèmes de rémunération se trouvent, selon le cas, dans les mains de la faculté de génie, de l'université dans son ensemble ou de bailleurs de fonds destinés à l'enseignement et à la recherche provenant de l'extérieur. Il est essentiel de modifier le système de rémunération pour susciter la motivation qui produira les résultats voulus. Sans ces changements, il est peu probable que les autres recommandations porteront fruit.

La nécessité de financer certaines activités des facultés de génie est sous-jacente à plusieurs des recommandations, ce qui exigera une nouvelle répartition des fonds de l'université ou du programme de financement du gouvernement. Cela soulève la question générale des fonds sélectifs, la désignation de fonds des pouvoirs publics ou de l'industrie à des fins particulières au sein de l'université. D'aucuns percevront ces changements comme allant à l'encontre de la liberté universitaire; il n'en est pas moins crucial de trouver des solutions à ces besoins de financement.

En raison du mode de fonctionnement collégial et de la structure en départements des facultés

des universités canadiennes, et comme il s'agit d'intégrer la conception technique et les matériaux à l'ensemble du programme d'études, les changements recommandés en ce qui touche le programme (recommandations 1, 6 et 7) exigent la participation de plusieurs groupes, y compris les doyens d'ingénierie, l'administration de leur faculté, leurs directeurs ou chefs ainsi que le corps professoral de tous les départements.

Comme le signalent les textes cités, la plupart des changements réussis de ce type ont été le fruit d'efforts persistants mis en œuvre par quelques défenseurs de la cause au sein du corps professoral. Bien que le doyen puisse ne pas être l'unique défenseur, son concours est essentiel à la réalisation des changements.

Le repérage des défenseurs, des agents de changement et d'autres personnes qui apporteront leur concours ne peut se faire qu'à l'échelle et qu'au sein de chaque université. Toutefois, le destinataire initial des présentes recommandations devrait être le doyen, qui sera chargé de les diffuser à tout le corps professoral, de créer un climat propre à donner des résultats favorables et, le cas échéant, de mettre tout en marche.

Certaines recommandations, en particulier les recommandations 3 et 5, visent le système de rémunération du corps professoral, et jusqu'à un certain point, les administrations universitaires et les associations de professeurs. En plus d'être remises aux professeurs de la faculté de génie, ces recommandations devraient par conséquent être distribuées aux vice-recteurs de l'enseignement, ou l'équivalent, et aux vice-recteurs de la recherche des universités qui ont des écoles d'ingénieurs.

La recommandation 4 (définition des besoins et des attentes des industries) doit mobiliser à la fois l'industrie et les facultés de génie. Bien que le doyen doive donner l'élan, l'industrie doit assumer une responsabilité appréciable dans la mise en œuvre de telles interactions. En raison des besoins particuliers des nombreuses

Tableau 1 — Agents de changement/Participants

Recommandation		Mesure primordiale	Mesure secondaire	Soutien
1 - Enseignement de la conception technique	)	Doyen d'ingénierie	Doyen d'ingénierie	Industrie locale
6 - Cours sur les matériaux (premier cycle)	)	Défenseurs locaux au sein de la faculté de génie	Chefs/directeurs (de départ. de génie)	Administration du génie
7 - Cours sur les matériaux (second cycle)	)	Administration de l'université	Bureau canadien d'accréditation des programmes d'ingénierie	Gouvernements provinciaux
	)			CRSNG
2 - Réorientation des subventions du CRSNG		CRSNG		
3 - Rémunération du corps professoral	)	Administration du génie	Doyen d'ingénierie	Administration de l'université
5 - Interaction avec l'industrie		Associations industrielles	Comités de professeurs	Vice-recteurs de l'enseignement, de la recherche
		Industrie locale		Associations de professeurs
				CRSNG
4 - Besoins de l'industrie	)	Doyen d'ingénierie	Chefs/directeurs	Vice-recteurs de l'enseignement, de la recherche
	)	Associations industrielles	Administration des études de génie	
	)	Industrie locale	Bureau des relations avec l'industrie	
8 - Compréhension du rôle des matériaux		CCI, Industrie Canada, CRSNG	CNDISA, FEU	Associations industrielles
9 - Établissement des lignes directrices		CCI, Industrie Canada, CRSNG	CNDISA, FEU	Gouvernements provinciaux

industries, cette interaction pourrait ne porter que sur quelques départements de la faculté de génie, qui devraient lancer leurs propres initiatives. Les associations industrielles (tant sectorielles que locales), qui représentent le principal bassin d'accueil des diplômés en génie, devraient s'adresser à la faculté du génie.

Feront partie de cette interface université-industrie les personnes qui effectuent de la recherche en collaboration avec l'industrie; la plupart des universités ont un bureau de relations avec l'industrie ou l'équivalent. En plus d'être communiquée aux associations industrielles et à la faculté du génie, la présente recommandation devrait par conséquent être communiquée aux vice-recteurs de l'enseignement, ou l'équivalent, aux vice-recteurs de la recherche, aux administrateurs de la recherche ainsi qu'aux agents de relations avec l'industrie, ou l'équivalent, de chaque université.

La recommandation 5 (accroissement des interactions entre les facultés de génie et l'industrie) nécessite aussi une participation active de l'industrie. Les responsables du développement économique local, auxquels on peut s'adresser par l'intermédiaire de l'Association canadienne de développement économique, devraient être en mesure d'aider à repérer les entreprises pertinentes et à établir des liens directs entre les entreprises et les universités.

L'incapacité de nombreux diplômés à communiquer efficacement est considérée par la plupart des universités comme un problème universel. Certaines universités s'attaquent à ce problème à l'échelon de la faculté, d'autres à l'échelle de l'université. Le groupe exhorte les universités à poursuivre et à généraliser ces initiatives indispensables.

Considérées dans leur ensemble, les recommandations susmentionnées représentent un changement de mentalité profond pour les écoles et les facultés de génie ainsi que pour l'industrie qu'elles servent. Or il est plus facile d'instaurer un tel changement de mentalité s'il

existe des instruments visibles et cohérents qui précisent les objectifs et qui sont connus de toutes les personnes concernées, qu'elles soient d'accord ou non avec les changements envisagés. Qu'on pense, par exemple, aux dix commandements, à la Grande Charte, à la Déclaration d'indépendance et au petit livre rouge du président Mao.

Il peut être utile de réunir certaines des recommandations du Groupe de travail dans de tels instruments. Elles pourront alors prendre leur essor, indépendamment de leurs auteurs, et être au service de ceux qui lutteront plus tard pour le changement souhaité. Cela nous conduit à la recommandation 9.

Recommandation 9

Que des séries de lignes directrices soient établies pour : a) les changements aux programmes d'études envisagés dans les recommandations 1, 6 et 7; b) les changements de mentalité, de climat et de procédures envisagés dans les recommandations 3 et 5.

Ce travail devrait être entrepris par le comité permanent suggéré ci-dessus pour la mise en œuvre de la recommandation 8. Dans la mesure du possible, ces lignes directrices devraient être conformes aux parties pertinentes du rapport établi par le CNDISA et le CCI étant donné qu'il deviendra un document de référence important pour tous les agents de changement des facultés du génie.

Distribution

Le Groupe de travail recommande que le présent rapport soit distribué à tous les groupes ou organismes indiqués au tableau 1, ainsi qu'au Secrétariat de la prospérité, au CNRC, à l'Académie canadienne du génie, au Forum canadien des matériaux industriels de pointe, au Conference Board du Canada et aux représentants des gouvernements provinciaux.

Suivi

Il faudra plusieurs années pour mettre en œuvre les recommandations susmentionnées. Le Groupe de travail suggère que le comité permanent proposé pour la mise en œuvre de la recommandation 8 soit chargé du suivi périodique de la mise en œuvre de ces recommandations et se voit attribuer, le cas échéant, les ressources nécessaires pour prendre des mesures correctives.

Annexe : Rapports récents portant sur le mandat du Groupe de travail

Attaining Competence in Engineering Design at the Undergraduate Level, G. R. Wray, Loughborough University of Technology, 1992.

AUCC Commission of Enquiry on Canadian University Education, Association des Universités et Collèges du Canada, RockCliffe Research, 1991.

Education of Mechanical Engineers in Design, Duncan, J.L., University of Auckland, 1992.

Compte rendu : Huitième congrès canadien de l'éducation en ingénierie, Université Laval, mai 1992.

Rapport sur la formation des techniciens et des technologues

Introduction

Le but du CCNMIP est d'élaborer des stratégies visant à accélérer la mise au point et l'application de MIP et de technologies connexes afin de maintenir et de renforcer la compétitivité internationale de l'industrie canadienne. Le mandat particulier du Groupe de travail sur les techniciens et technologues est de s'intéresser à la formation des ressources humaines au niveau collégial, dans la mesure où la formation peut mener à une plus grande utilisation des MIP et des techniques connexes.

Le rapport met en évidence un certain nombre d'obstacles touchant les techniciens et les technologues tant à l'étape de l'apprentissage que dans la pratique professionnelle, obstacles qui entravent la mise au point et l'application des MIP; le rapport formule 11 recommandations pour surmonter ces obstacles.

Les analyses du présent rapport portent sur deux thèmes : les matériaux de pointe et leur potentiel — le rapport en donne une brève description en tant que facteur lié à l'amélioration de la compétitivité des industries de fabrication canadiennes —, et le plus important des deux — l'intégration de l'enseignement sur les matériaux de pointe aux programmes de cours des cégeps et des collèges communautaires ainsi qu'aux programmes d'apprentissage pour doter les techniciens et les technologues et les personnes de métier de connaissances adéquates en matière de MIP.

En ce qui a trait au premier thème, au cours de la dernière décennie, les matériaux de pointe et leur influence sur l'économie mondiale ont fait couler beaucoup d'encre et alimenté bien des débats. On utilise largement le terme « matériaux de pointe »; toutefois il n'existe encore aucune

définition couramment acceptée de ce terme. Aux fins du présent rapport, « matériaux de pointe » désigne des matériaux spécialisés, à haute performance et à coût élevé, exploitant les techniques de production ou d'utilisation finale les plus récentes et utilisés en quantités relativement modestes. Les matériaux de pointe sont en constante évolution et, avec le temps, dans le cas de certains de ces matériaux, l'usage se répand et se généralise, leurs coûts de fabrication diminuent, et ils viennent même à être remplacés sur la liste des nouveaux matériaux par des matériaux encore plus récents. Les procédés qui caractérisent le marché des matériaux destinés aux produits de base sont par conséquent garants de l'avenir de nombreux matériaux de pointe d'aujourd'hui. Pour de plus amples précisions sur la question, voir à l'annexe A de cette section le résumé d'un document intitulé *Toward a New Materials Paradigm*, par Louis Sousa.

Pour des raisons de clarté, certains exemples d'applications de matériaux de pointe sont présentés au tableau 2. L'importance des secteurs de retombées est illustrée par l'économie des industries connexes. On peut mentionner, à titre d'exemple, l'aérospatiale, l'industrie automobile, l'industrie des biomatériaux, l'industrie chimique, l'industrie électronique, l'industrie de l'énergie ainsi que l'industrie métallurgique et les télécommunications. En 1987, ces secteurs ont atteint un chiffre d'affaires global de 1,4 billion de dollars à l'échelle mondiale et employaient 7 millions de travailleurs.

Sans aucun doute, l'un des principaux éléments de la mise en œuvre de toute nouvelle innovation technologique est la formation des ressources humaines à tous les niveaux. Aux

Tableau 2 : Exemples d'applications de technologies des matériaux de pointe

Technologie des matériaux de pointe	Domaine d'application						
	Énergie	Environnement	Santé et sécurité	Information/ Communications	Infrastructure	Sécurité nationale	Transports
Biomatériaux	Catalyseurs; traitement des matériaux à basse température	Matières plastiques biodégradables; extraction et traitement par procédé biologique	Organes et tissus artificiels	Capteurs bioélectroniques	Caoutchouc; graisses; lubrifiants	Récipients alimentaires biodégradables; récipients de médicaments de campagne	Pneus; dégivreurs; carburants; lubrifiants
Céramique	Traitement chimique à haute température; piles à combustible; conversion du charbon	Stockage des résidus nucléaires; convertisseurs catalytiques; revêtements résistant à l'usure	Greffons osseux ou d'articulations; dents artificielles	Conditionnement électronique	Béton à haute performance; isolant pour températures élevées	Moteurs thermiques; vêtements pare-balles et blindage pour véhicules	Moteurs à faible consommation de carburant et à faible taux d'émissions
Composites	Éoliennes; structures légères	Stockage et traitement des déchets	Restauration dentaire; greffes	Câblage imprimé	Matériaux de construction isolants	Structures légères pour les véhicules militaires	Automobiles et aéronefs légers
Matériaux électroniques	Conversion photovoltaïque	Détecteurs de matériaux dangereux	Stimulateurs cardiaques; prothèses auditives; alarmes de sécurité	Microplaquettes d'ordinateur; circuits intégrés	Immeubles « intelligents »	Traitement de communications et de données; dispositifs de vision de nuit	Réseaux d'auto-route « intelligente »; postes de pilotage électroniques évolués
Matériaux magnétiques	Aimants à haute résistance	Séparation de déchets	Imagerie par résonance magnétique	Mémoire magnétique sur disque dur; affichages/ messages sonores	Aimants de machines	Canons électromagnétiques	Véhicules électriques; trains à sustentation magnétique
Métaux	Dispositifs de transmission d'énergie	Produits résistant à la corrosion	Prothèses de hanche	Circuits de câblage; lignes de transmission	Détecteurs de corrosion	Matériel militaire	Structures d'aéronef soumises à de fortes contraintes thermiques résistant à la corrosion pendant très longtemps

Tableau 2 : suite et fin

Technologie des matériaux de pointe	Domaine d'application						
	Énergie	Environnement	Santé et sécurité	Information/ Communications	Infrastructure	Sécurité nationale	Transports
Matériaux optiques (photons)	Détecteurs/ commandes de conversion énergétique	Détection de pollution	Biocapteurs; capteurs de con- trôle de sécurité; détecteurs par rayons X	Systèmes laser; fibres optiques; intercommunica- tions d'ordinateur	Capteurs de circu- lation	Lasers; traitement à grande vitesse de l'information	Glissières de sécurité intervalles; systèmes de bord à commandes de vol optiques
Polymères	Piles transisto- risées; pipelines pour le transport du gaz et de fluides	Tuyaux d'évacua- tion de déchets dangereux; mem- brane de sépara- tion chimique	Produits jetables des hôpitaux; dispositifs de protection de sécurité	Écrans à cristaux liquides	Produits de construction; adhésifs; pavage	Dispositifs de signature radar	Carrosseries légères; intérieurs d'aéronef non-feu; adhésifs et mastics d'étanchéité à haute température
Matériaux supra- conducteurs	Stockage et trans- mission d'énergie	Représentation sol des gisements de minerais	Imagerie diagnos- tique du corps humain	Superordinateurs	Population marine	Guerre électronique	Dispositifs à sustentation magnétique

Source : *Advanced Materials & Processing: The Fiscal Year 1994 Federal Program in Materials Science and Technology*, A Report by the FCCSET Committee on Industry and Technology To Supplement the President's Fiscal Year 1994 Budget. Gaithersburg, Maryland, Committee on Industry and Technology, juillet 1993.

fins du mandat du Groupe de travail sur la formation des techniciens et technologues, l'accent est mis sur :

- la formation technique grâce aux programmes de technologie des cégeps et des collèges communautaires ainsi que dans les écoles de métiers, conçue pour mettre fin à la pénurie de techniciens qualifiés et améliorer la compétence du corps professoral, les laboratoires, les programmes et les possibilités internes
- l'éducation permanente pour les techniciens et les personnes de métier en exercice, afin que leurs compétences leur permettent de demeurer concurrentiels
- l'amélioration des programmes multidisciplinaires en génie des matériaux pour les programmes de technologie des cégeps et des collèges communautaires comme la technologie environnementale, la technologie du génie électronique, la technologie du génie civil et la technologie du génie chimique.

Situation actuelle

Formation des techniciens et des technologues

Les programmes actuels des cégeps et des collèges communautaires du Canada évoluent dans la bonne voie en offrant des programmes d'études de un, deux et trois ans dans une grande diversité de secteurs professionnels. On trouve également des programmes de pré-apprentissage et de formation théorique offrant aux étudiants un vaste aperçu des multiples possibilités et débouchés professionnels dans les métiers spécialisés. Les échanges d'information entre les collèges et l'industrie deviennent également plus courants.

Au Canada, quelque 200 collèges communautaires et cégeps financés par les fonds publics servent une population étudiante de plus en plus nombreuse en lui offrant une gamme étendue de cours professionnels. Si le nombre

des inscriptions a augmenté rapidement à la fin des années 70 et au début des années 80, il s'est stabilisé plus tard au cours de la décennie et a maintenant repris sa courbe ascendante.

On note que le nombre d'inscriptions à des cours de technologie a effectivement baissé ces dernières années, constatation étonnante quand on considère que cette diminution survient durant une période de changements technologiques rapides. Pour le Canada dans son ensemble, les inscriptions en génie et en sciences appliquées par rapport au nombre d'inscriptions totales ont chuté de façon appréciable (de 25 p. 100) de 1983 à 1989 et dans le réseau de cégeps du Québec, la proportion d'inscriptions à des cours professionnels a baissé de 14 p. 100 au cours des années 80.

Toutefois, compte tenu des réalités du marché du travail, les collèges recherchent maintenant des méthodes novatrices pour effectuer la planification, la conception et la mise en œuvre de cours professionnels en collaborant directement avec les employeurs locaux. Il existe, bien sûr, de nombreux exemples de tels efforts de collaboration déjà à l'œuvre :

- Le Mohawk College de Hamilton, qui offre de nombreux cours adaptés aux besoins des employeurs locaux, expérimente maintenant le télé-enseignement (p. ex., cours donnés par la télévision ou par cassettes audio ou vidéo) dans le cadre de ses programmes professionnels.
- Le British Columbia Institute of Technology a conclu avec la société B.C. Tel une entente de partenariat en matière de formation qui reconnaît explicitement la formation interne offerte par cette entreprise et accorde des crédits pour quatre programmes de certificat du collège.
- Au Québec, quelque 15 cégeps ayant le statut de centres spécialisés, qui ont le mandat particulier de collaborer étroitement avec les secteurs de l'industrie, offrent des cours visant à intégrer les compétences et les techniques pertinentes les plus récentes

aux industries locales. Ces cours portent sur toute une gamme de technologies, depuis la technologie des fibres optiques jusqu'à la technologie du laser et d'autres technologies se rapportant aux matériaux. Mais ce qui est particulièrement notable dans ces exemples du Québec, c'est le rôle de l'entreprise privée. Les entreprises locales transfèrent la technologie récente aux collèges en fournissant des machines, du matériel et du personnel; en contrepartie, les collèges forment des techniciens pour travailler dans les industries locales. La plus grande partie des coûts du réseau de collèges publics est assumée par la province; d'ordinaire, les frais de scolarité couvrent moins de 10 p. 100 des coûts. Dans les partenariats industrie-collège au Québec, toutefois, 50 p. 100 des coûts des projets, en moyenne, sont assumés par les entreprises participantes (pour plus de précisions, voir l'annexe B).

Toutefois, les conclusions récentes d'une enquête sur l'attitude des industriels en ce qui a trait aux techniciens et aux technologues, parainée par la Direction générale des perspectives du marché du travail et de l'analyse sectorielle d'Emploi et Immigration Canada, indiquent les faits suivants :

- les distinctions entre techniciens, technologues et ingénieurs quant à leur emploi sont plutôt floues, en particulier dans le secteur de la fabrication et, à cet égard, on ne voit pas émerger de responsabilités fonctionnelles distinctes chez le personnel technique
- les postes de débutant sont comblés indifféremment, jusqu'à un certain point, par des techniciens, des technologues ou des ingénieurs
- il y a un certain chevauchement entre les tâches des techniciens et des technologues tandis que le travail et la responsabilité technique des technologues et des ingénieurs se recoupent souvent
- la différence qu'on fait souvent dans les établissements d'enseignement entre les niveaux de formation des techniciens et des technologues semble s'effacer lorsque ces personnes entrent sur le marché du travail — ce n'est qu'après plusieurs années d'expérience que la différence émerge — toutefois, lorsque cette différence n'entre pas en ligne de compte, les technologues sont souvent sous-utilisés
- les collèges et les instituts font un travail adéquat, mais il existe une certaine confusion dans l'industrie quant à ce que produit le système éducatif
- les raisons de cette confusion sont — une compréhension insuffisante des systèmes éducatifs qui produisent ces travailleurs techniques, la diversité des programmes d'enseignement, l'écart entre la formation donnée et la pratique industrielle réelle
- les obstacles d'ordre professionnel, juridique ou éducatif peuvent entraver l'avancement professionnel dans le secteur technique de sorte que la promotion du personnel technique est davantage liée aux capacités personnelles et à l'attitude au travail qu'à la formation
- les petites entreprises de fabrication n'emploient pas beaucoup de personnel technique, ce qui a probablement des répercussions sur la position concurrentielle du pays
- pour l'instant, il n'y a pas de grave pénurie de personnel technique et les entreprises ne sont pas aux prises avec des problèmes de recrutement sauf dans certains domaines de compétence particuliers, mais il s'agit de cas isolés; on prévoit une baisse du recrutement des diplômés de collèges dans un proche avenir et, par conséquent, une augmentation possible du taux de chômage des nouveaux diplômés; toutefois, pour que

l'économie canadienne puisse se relèver complètement de l'actuelle récession et des pertes d'emploi, il faut entreprendre des efforts pour préparer la main-d'œuvre à saisir les possibilités qu'offrira la reprise économique.

De façon à inciter davantage d'étudiants canadiens, parmi les plus brillants, à poursuivre des études dans le domaine technique et à choisir une carrière de technicien ou de technologue, le gouvernement du Canada, par l'intermédiaire d'Industrie Canada, a lancé, en 1992-1993, le programme Bourses Canada en technologie, qui est administré par l'Association des collègues communautaires du Canada au nom d'Industrie Canada. Environ 700 programmes de technologie (les programmes de deux et trois ans uniquement) des cégeps et des collèges communautaires du Canada ont été jugés admissibles à ces bourses, dont 20 se rapportent directement aux domaines et aux disciplines liés aux matériaux (voir le tableau 3).

Apprentissage

Pendant longtemps, les immigrants formés en Europe ont été le principal réservoir de main-d'œuvre dans les métiers spécialisés comme ouilleur et constructeur de matrices, électricien industriel ou de la construction, fabricant de moules et ajusteur-mécanicien. Cette source de personnes de métier a nettement diminué ces dernières années. Avec le vieillissement de la main-d'œuvre dans l'industrie canadienne, les entreprises pensent qu'il faut donner une meilleure formation aux diplômés des écoles secondaires dont le nombre va décroissant, de façon à répondre aux besoins en ressources humaines du secteur de la technologie de pointe.

En dépit du surplus temporaire de personnes ayant un métier spécialisé en 1992, les entreprises pensent également que le système d'éducation, dans son orientation actuelle, sera incapable de répondre aux besoins futurs de l'industrie, notamment « après la récession ». Il faut mentionner que les exigences à l'égard des

personnes exerçant un métier spécialisé augmentent progressivement avec l'avènement de nouvelles techniques de fabrication.

Un certain nombre de récents rapports, notamment ceux du Conseil du premier ministre de l'Ontario et du Groupe de travail sur l'apprentissage du Centre canadien du marché du travail et de la productivité, ainsi qu'un document de la société Siemens Electric Ltd. sur le sujet, réclament une réforme du système d'apprentissage. Ces rapports suggèrent des mesures et des moyens pour intégrer de façon plus cohérente les responsabilités respectives du secteur privé et des pouvoirs publics fédéraux et provinciaux; modifier les accords de financement relatifs à la formation en apprentissage; favoriser des normes nationales et la mobilité de ceux qui mènent à bien un programme d'apprentissage et accroître les taux de participation des femmes et d'autres groupes. L'analyse des données de la récente Enquête nationale sur l'apprentissage réalisée par Statistique Canada pour le compte d'Emploi et Immigration Canada jette plus de lumière sur certaines caractéristiques du système d'apprentissage actuel.

Bref, le système d'apprentissage du Canada a besoin d'une refonte en profondeur pour répondre aux besoins professionnels et industriels, disposer de normes mieux coordonnées et tenir compte des conditions de la demande du marché du travail. Enfin, la formation en milieu de travail au Canada, en grande partie jugée inadéquate par rapport aux normes internationales, fait gravement défaut dans le secteur de la petite entreprise — lacune que les programmes publics n'ont pas réussi à combler jusqu'à présent. Voici une liste de corps de métier reposant sur la formation en apprentissage — liste dressée à partir de l'Enquête nationale sur l'apprentissage — qui pourrait bénéficier de l'intégration à leur programme de cours se rapportant aux MIP : chaudronnier; électricien; poseur d'isolant (pour protéger de la chaleur et du gel); mécanicien-

Tableau 3 : Programmes des cégeps et des collèges communautaires canadiens se rapportant aux matériaux

Province	Collège	Programme	Nombre d'années	Nombre d'heures
Alberta	NAIT	Technologie du génie des matériaux	2	2 040
		Technologie du génie minier	2	2 006
		Technologie de la fabrication des matières plastiques	2	2 040
Colombie-Britannique	BCIT	Matières plastiques	2	2 100
	Camosum	Technologie de la fusion des matériaux	2	2 160
Terre-Neuve	Western	Technologie des minéraux	2	2 200
Ontario	Cambrian	Techniques métallurgiques — Techniciens	2	1 600
		Techniques métallurgiques — Technologues	3	2 400
		Génie minier — Techniciens	2	1 600
		Génie minier — Technologues	3	2 400
	Fanshawe	Techniques de fabrication — Techniciens	2	1 440
	Mohawk	Technologie du génie des matériaux (Co-op)	3	2 250
	Northern	Technologie minière	3	2 418
	Seneca	Technologie des ressources (Co-op)	3	2 400
Québec	Abitibi-	Technologie minérale 271.03	3	2 655
	Témiscamingue	Minéralurgie 271.02	3	2 670
	Ahuntsic	Plasturgie 241.12	3	2 805
	Amiante	Technique de transformation des matières plastiques 271.2032 700		
	Saint-Jérôme	Technique de transformation des matériaux composites 241.11	3	2 715
	Trois-Rivières	Procédés métallurgiques 270.04	3	2 580

monteur, mécanicien d'entretien d'usine;
 plombier; tuyauteur, monteur d'installations au gaz, tuyauteur de conduites de vapeur et poseur de gicleurs; conducteur de matériel lourd et de grue; monteur de lignes sous tension, monteur de lignes de construction; mécanicien d'automobile; mécanicien de camion et de machinerie lourde;

réparateur et peintre de carrosserie de véhicule; ajusteur de machines-outils; électricien industriel; ajusteur-outilleur et constructeur de matrices; mécanicien d'appareils industriels; métiers de la mer.

Obstacles

Bien que les programmes de technologie des collèges aient été assez recherchés pendant toutes les années 70, le nombre d'inscriptions a baissé considérablement ces dernières années. Les raisons de cette baisse des inscriptions dans les collèges, en général, et dans les secteurs techniques, en particulier, sont complexes et mettent en cause certaines attitudes et actions des étudiants, des parents, des écoles secondaires, des collèges et du marché du travail. Une partie du problème est attribuable aux faits suivants :

- souvent, les étudiants, les parents et les éducateurs ne jugent pas valables les études en technologie ou une carrière dans ce domaine; cette attitude va souvent de pair avec un sentiment plus général voulant que les études collégiales soient une solution de second choix, et nettement moins prestigieuses que les études universitaires
- de nombreux étudiants ne savent pas très bien sur quoi débouchent les carrières dans la technologie et considèrent que les programmes de technologie mènent à des emplois peu intéressants
- les enseignants chargés de l'orientation et les autres enseignants du niveau secondaire, en général, ont peu d'expérience concrète des programmes et des carrières du domaine technologique, qu'ils apprécient peu et qu'ils comprennent mal
- le problème est lié en partie à l'atmosphère exclusivement masculine qui caractérise certains programmes de technologie; l'écart salarial existant entre les hommes et les femmes a dissuadé les femmes de s'inscrire aux programmes de technologie des collèges.

Tous les problèmes d'attitude mentionnés dans le cas des diplômés des écoles secondaires qui s'inscrivent à des programmes de technologie sont tout aussi présents dans le cas des programmes d'apprentissage.

Analyse et recommandations

Formation des techniciens et des technologues

Les conclusions du Groupe de travail indiquent fortement qu'il existe une différence fondamentale entre les étudiants s'inscrivant à un programme collégial ou de formation en apprentissage et ceux qui s'inscrivent à un programme universitaire. Le premier groupe comprend des étudiants de différents groupes d'âge et ayant des aptitudes scolaires diverses alors que le deuxième groupe est un groupe raisonnablement homogène à tous les égards. Par conséquent, l'instauration de programmes liés aux MIP au niveau collégial ne peut être considérée indépendamment des problèmes généraux liés à ce niveau de formation au Canada.

On ne peut s'attaquer au problème de la baisse générale des inscriptions au collège et du prestige de l'éducation collégiale qu'en adoptant une stratégie reliant les études collégiales aux futurs emplois, dans le contexte de la nouvelle économie mondiale. Il convient également de réévaluer dans quelle mesure les programmes continuent d'intéresser les étudiants une fois qu'ils les ont entrepris et aussi les catégories d'emplois qui leurs sont accessibles à la fin de leurs études. On pourrait atténuer, en partie du moins, bon nombre de ces problèmes si on préparait mieux les étudiants qui s'inscrivent à des programmes d'études postsecondaires et si les collèges eux-mêmes consacraient davantage de temps à développer les aptitudes générales des étudiants et à leur donner un plus grand soutien social.

En préparant les étudiants aux programmes et en les leur proposant, les collèges doivent prendre conscience de la diversité de la clientèle (l'amalgame de la maturité, d'une riche expérience de la vie et de connaissances scolaires « rouillées » qui caractérise souvent les étudiants plus âgés qui s'inscrivent au collège, par exemple), inciter les étudiants à participer à la structuration de leur apprentissage et leur

permettre, dans la mesure du possible, de pouvoir changer de programmes sans pénalité.

Il convient de donner aux étudiants une formation générale plus vaste et de solides connaissances générales. Le rythme accéléré des changements économiques et la nécessité d'une coopération intelligente au travail exigent que les diplômés des collèges puissent : mesurer leurs aptitudes techniques particulières par rapport au contexte international et social, en se fondant sur des critères d'excellence; enrichir et élargir leurs compétences techniques rapidement et avec enthousiasme et en acquérir de nouvelles; communiquer de manière efficace et bien travailler en équipe; savoir analyser les situations nouvelles et résoudre de nouveaux problèmes de manière judicieuse et perspicace.

Recommandation 1

Que les collèges mettent sur pied des cours de base pour doter les diplômés de compétences uniformes en communications, en mathématiques et en technologie.

Les connaissances théoriques nécessaires sur les matériaux varient, depuis celles dont a besoin le technologue en électricité et en électronique spécialisé en systèmes électriques jusqu'à celles que doit posséder l'aspirant technologue en matériaux qui étudie les composites conçus pour les milieux hostiles.

Recommandation 2

Que les programmes collégiaux dans les disciplines liées à la technologie soient structurés de façon à inclure au moins un cours obligatoire sur les matériaux, dans le programme choisi.

Ce cours devrait être conçu pour donner une idée des matériaux disponibles, de leur rôle dans les nouveaux produits et procédés et doter les étudiants de connaissances sur les matériaux et leurs applications.

Recommandation 3

Que l'Association des collèges communautaires du Canada (ACCC), en collaboration avec le Conseil canadien des techniciens et technologues (CCTT), établisse des mécanismes de consultation avec l'industrie en vue de mettre à jour les programmes de cours des cégeps et des collèges communautaires pour y inclure des programmes se rapportant aux matériaux.

L'évolution rapide des conditions économiques, des nouvelles techniques et de la nouvelle recherche oblige les professeurs à étudier et à actualiser constamment leur matériel d'enseignement en intégrant les dernières découvertes de l'industrie. Pour permettre aux membres du corps professoral de se tenir à la fine pointe tant sur le plan des connaissances théoriques que de la pratique, voici des mesures qui pourraient être utiles à cet égard : favoriser les échanges des collèges avec les entreprises, les syndicats et d'autres collèges ou établissements d'enseignement; allouer du temps pour la recherche appliquée; détacher du personnel; accorder des congés de perfectionnement; offrir une formation interne; favoriser les études.

Recommandation 4

Que les collèges donnent à leurs enseignants la possibilité d'actualiser leurs connaissances techniques en leur permettant de s'inscrire à des cours de courte durée offerts par les universités ou d'autres organismes de l'extérieur (p. ex., séminaires sur la consultation) sur les sujets d'intérêt comme les nouveaux matériaux.

Recommandation 5

Que les collègues récompensent les professeurs qui s'attachent à enseigner l'excellence et à avoir des interactions dynamiques avec l'industrie dans des nouveaux domaines comme les matériaux de pointe.

L'enseignement coopératif et d'autres expériences de travail sous supervision sont particulièrement utiles pour favoriser les liens entre les collègues et les entreprises et pour garantir la conformité des études aux besoins de l'industrie. Plusieurs collègues offrent déjà cette formule à leurs étudiants.

Recommandation 6

Que les collègues étendent le champ de l'enseignement coopératif en intégrant à leur programme des disciplines se rapportant aux MIP.

Bien que la plupart des cégeps et des collèges communautaires du Canada offrent des programmes de technologie, ils sont relativement peu nombreux à posséder le matériel, l'expertise et l'excellence nécessaires pour être considérés comme des chefs de file dans un secteur spécialisé ou dans une technologie particulière en matière d'enseignement et de formation. Pour que le Canada puisse exceller dans des secteurs ou dans des techniques clés, il lui faut mettre en place un système bien intégré de formation de qualité élevée dans ces domaines, qui soit accessible par l'intermédiaire d'un ou plusieurs collèges situés dans les grands centres économiques du pays. Cette mesure aidera à la formation de nouveaux venus sur le marché du travail et au perfectionnement de la main-d'œuvre actuelle qui s'impose de toute urgence. On peut considérer le Centre de matériaux composites de Saint-Jérôme, au Québec, comme un excellent modèle de centre de spécialisation des MIP. Le Groupe de travail est fermement convaincu que les centres de spécialisation sont

la meilleure solution pour l'introduction et la diffusion de techniques sur les MIP.

Recommandation 7

Qu'on regroupe un ensemble choisi de programmes collégiaux de technologie pour qu'ils soient enseignés dans des « centres de spécialisation » ayant le mandat élargi de devenir des chefs de file mondiaux en matière de formation dans certaines spécialités technologiques, y compris celles se rapportant aux matériaux.

Les étudiants des cégeps et des collèges communautaires du pays devraient être mis au courant des spécialités offertes dans ces centres. Les centres de spécialisation devraient viser les objectifs suivants :

- procéder à la sélection des domaines de spécialité en collaboration avec les entreprises, les syndicats et les organismes communautaires
- offrir une formation flexible et très perfectionnée, actualiser et améliorer les programmes pour qu'ils répondent aux besoins de l'industrie et des travailleurs
- établir un niveau d'excellence en matière d'éducation et de formation répondant aux besoins des secteurs clés de l'économie canadienne.

Pour atteindre le degré de spécialisation et d'excellence qui s'impose dans ces centres, il faudra établir des liens très solides avec l'industrie et les collectivités, en particulier pour avoir accès au matériel le plus perfectionné possible et à un personnel enseignant à la pointe du savoir. La réussite de ces centres dépendra aussi de la mise en place de nouveaux programmes mettant à contribution les collèges et les universités et des investissements publics destinés à cette fin. A l'heure actuelle, il existe trois centres de ce genre en activité au Canada : le Centre de matériaux composites de Saint-Jérôme; le Centre des produits métallurgiques spécialisés à Trois-Rivières, au Québec; et le Canadian Plastics

Training Centre nouvellement créé au Humber College de Toronto.

Apprentissage

Le Groupe de travail avait aussi pour mandat d'examiner la pertinence des orientations, des pratiques et des programmes actuels en matière de formation en apprentissage au Canada, de manière générale, et d'effectuer des consultations quant aux façons les plus efficaces de modifier les programmes de cours actuels. Non seulement faut-il valoriser l'apprentissage en tant que type d'études et de formation professionnelle avancées mais aussi faire ressortir les avantages auprès des jeunes qui se préparent à passer de l'école au marché travail.

Recommandation 8

Que les entreprises, les syndicats et les pouvoirs publics, en collaboration avec les établissements d'enseignement de niveau secondaire et postsecondaire, lancent une campagne nationale de valorisation de l'apprentissage au Canada en tant que mode d'acquisition de connaissances avancées et de formation professionnelle supérieure tout à fait avantageux.

On notera que l'apprentissage au Canada est établi, réglementé et administré par les pouvoirs publics provinciaux. Toute question liée à la formation et à la reconnaissance professionnelle des apprentis relève des provinces. Par ailleurs, le Conseil canadien des directeurs de l'apprentissage (CCDA) est constitué de représentants provinciaux dont le rôle ne se limite pas à représenter leur région auprès du CCDA, puisqu'ils participent aussi à l'établissement de normes nationales par l'intermédiaire du Programme des normes interprovinciales ou du Sceau Rouge. De temps à autre, l'industrie a également agi de son propre chef pour encourager l'apprentissage dans certains corps de métier.

A titre d'exemple, mentionnons un effort concerté de l'industrie entrepris par la Canadian

Tooling Manufacturers Association (CTMA) en 1990 afin de résoudre un problème de pénurie de main-d'œuvre qualifiée. Avec l'appui du Programme du service d'aide à l'adaptation de l'industrie d'Emploi et Immigration Canada, la CTMA a constitué un impressionnant Groupe de travail comprenant des représentants du gouvernement fédéral, de gouvernements provinciaux (le Québec, l'Ontario, le Manitoba et l'Alberta) et de la Société des industries du plastique du Canada (SPI Canada), qui s'est fixé comme objectif premier de mettre sur pied un programme d'apprentissage national pour l'industrie du moulage, de l'outillage et du matriçage. Le Groupe de travail a adopté comme principe que les programmes d'études et de formation devaient être d'envergure nationale, à l'écoute des besoins de l'industrie et soutenus par des efforts pertinents en matière de relations publiques en vue de convaincre les jeunes que les métiers sont un choix de carrière viable.

L'initiative la plus récente de l'industrie a pris la forme d'un Groupe de travail créé par l'Association des manufacturiers d'équipement électrique et électronique du Canada (AMEEEC). Ce groupe, qui comprend des représentants de Siemens, de Northern Telecom, de Schlumberger Industries, de General Electric et d'un certain nombre de syndicats, s'est fixé comme objectif d'établir un solide programme d'apprentissage dans le secteur de l'électricité et de l'électronique, en collaboration avec les collèges communautaires et les conseils scolaires de l'Ontario. Cet effort est sur le point de déboucher sur une série de projets pilotes.

L'un des objectifs de l'analyse ci-dessus était de faire comprendre qu'en raison de forces ainsi que de facteurs internes et externes, les sociétés n'ont d'autre choix que de développer une mentalité orientée vers la formation en tant qu'élément clé de leurs stratégies concurrentielles. Un autre objectif tout aussi important est de trouver les idées et l'information nécessaires pour permettre à l'industrie, en

association avec les établissements d'enseignement et les pouvoirs publics, de concevoir des programmes réalistes et pratiques en vue de soutenir la formation industrielle des entreprises. Les recommandations qui suivent visent précisément à faciliter la réalisation de ces objectifs :

Recommandation 9

Que l'administration publique, à tous les niveaux, appuie le secteur industriel en aidant les associations industrielles qui cherchent à valoriser les métiers spécialisés en tant que professions intéressantes.

Recommandation 10

Que le Conseil canadien des directeurs de l'apprentissage (CCDA), en étroite collaboration avec l'industrie, actualise et perfectionne le contenu des programmes de formation des principaux métiers liés aux matériaux industriels de pointe, de sorte que ces programmes reflètent la technologie la plus actuelle des MIP.

Recommandation 11

Que les programmes d'apprentissage dans le domaine technique soient rattachés aux universités (génie) et que des crédits soient accordés pour les cours techniques menant à l'obtention de diplômes supérieurs.

Plans de mise en œuvre

En ce qui a trait à la recommandation 1 (Mettre sur pied des cours de base), l'ACCC, en étroite collaboration avec les départements de technologie des cégeps et des collèges communautaires, examinera les cours généraux offerts par ces établissements et fera des propositions pour mettre à jour ou améliorer ces cours, au besoin.

En ce qui a trait aux recommandations 2 et 3 (Instaurer des cours se rapportant aux matériaux), l'ACCC, en étroite collaboration avec

l'industrie, déterminera quels sont les cours requis sur les matériaux et incitera les collègues à les intégrer à leur programme.

En ce qui a trait aux recommandations 4 et 5 (Aider les enseignants à se tenir à jour et les récompenser), l'ACCC, en collaboration avec le Conseil canadien des techniciens et technologues ainsi que les cégeps et les collèges communautaires, établira un mécanisme de congé sabbatique pour les enseignants de programmes de technologie de façon à leur permettre d'actualiser leurs connaissances sur les technologies naissantes. L'ACCC, en collaboration avec les collègues, élaborera des procédures pour récompenser les professeurs qui enseignent l'excellence.

En ce qui a trait à la recommandation 6 (Enseignement coopératif), l'ACCC incitera les collèges communautaires à songer à établir des cours se rapportant aux MIP dans leur programme d'enseignement coopératif.

En ce qui a trait à la recommandation 7 (Établir des centres de spécialisation), l'ACCC, en étroite collaboration avec l'industrie, déterminera dans quels collèges communautaires il convient d'établir des centres de spécialisation dans le domaine des matériaux.

En ce qui a trait à la recommandation 8 (Valoriser l'apprentissage au Canada), le Comité sur l'apprentissage de la Commission canadienne de mise en valeur de la main-d'œuvre, en étroite collaboration avec le CCDA, agira en tant qu'organisme de coordination nationale pour assurer une plus grande mise en valeur de l'apprentissage au Canada.

En ce qui a trait à la recommandation 9 (Améliorer l'image des métiers spécialisés), les associations industrielles (comme la Société des industries du plastique du Canada), avec l'aide des pouvoirs publics fédéraux et provinciaux, lanceront une campagne de valorisation des métiers spécialisés comme disciplines et choix de carrière avantageux.

En ce qui a trait à la recommandation 10 (Instaurer des cours se rapportant aux MIP dans les programmes d'apprentissage), le CCDA, en collaboration avec l'industrie, déterminera les métiers pertinents se rapportant aux MIP et les inclura dans les programmes de formation en apprentissage. Le CCDA, en collaboration avec l'industrie, examinera en outre le contenu des programmes actuels des principaux métiers et les actualisera en instaurant au besoin des cours pertinents se rapportant aux MIP.

En ce qui a trait à la recommandation 11 (Rattacher les programmes d'apprentissage aux études supérieures), le CCDA, en collaboration avec l'ACCC et le Conseil canadien des ingénieurs, établira des mécanismes officiels de consultation pour explorer la possibilité de faire valoir les crédits des programmes d'apprentissage pour l'obtention éventuelle de diplômes supérieurs dans les disciplines liées à la technologie.

Distribution

Le Groupe de travail recommande que le présent rapport soit distribué à tous les intervenants qui ont été consultés à propos du rapport et qui ont participé à la table ronde sur les techniciens et les technologues de même qu'au Secrétariat de la prospérité, au Conseil consultatif national des sciences et de la technologie, au Conference Board du Canada et aux porte-parole des gouvernements provinciaux.

Suivi

Il faudra sans aucun doute plusieurs années pour mettre en œuvre les recommandations formulées dans le présent rapport. Le Groupe de travail suggère par conséquent que le Comité consultatif national établisse un comité permanent chargé

d'assurer un suivi périodique relativement à la mise en œuvre des recommandations.

Annexe A : Résumé de l'étude *Toward a New Materials Paradigm* par Louis Sousa (Washington, D.C., U.S. Department of the Interior, 1992).

Il fut un temps où le terme « matériau » était pratiquement synonyme de ressources naturelles. Le secteur des matériaux avait pour principale vocation d'extraire les matières premières et de les transformer pour en faire un nombre relativement restreint de matériaux homogènes. Ces produits pouvaient alors être utilisés dans de nombreuses industries de fabrication et dans d'autres secteurs de la consommation. Toutefois, la technologie qui permet de concevoir de nouveaux matériaux à l'échelle moléculaire a contribué à l'expansion soudaine de nouveaux types de matériaux qui sont de plus en plus mis au point pour répondre aux spécifications des usagers. La prolifération de nouveaux types de matériaux qui en découle a bouleversé la concurrence internationale si bien que le modèle des matériaux évolue graduellement d'un modèle fondé sur les ressources naturelles et axé sur le fournisseur, à un modèle de plus en plus fondé sur la technologie et axé sur le client.

Les mesures prises par les entreprises de matériaux du secteur privé semblent indiquer une adhésion sereine au nouveau paradigme des matériaux. Comme les matières plastiques sont utilisées dans une gamme croissante d'applications autrefois réservées aux métaux, les anciens géants qui ne travaillaient qu'avec le métal comme Alcan, Alcoa, Armco et Reynolds ont tous fait l'acquisition de participations dans l'industrie du plastique. Les actions des sociétés de transformation des métaux leur ont permis d'élargir le choix de matériaux qu'ils proposent aux consommateurs sur un marché qui s'étend

des matériaux de construction au matériel électrique, à l'automobile et même à l'aérospatiale.

Le mouvement qui a permis de franchir les frontières de l'industrie traditionnelle des matériaux n'a pas été unidirectionnel. De grandes entreprises de produits chimiques comme DuPont et Allied Signal ont accaparé une part du marché des métaux et des alliages de technologie avancée comme les formes amorphes des métaux, l'arséniure de gallium et autres matériaux métalliques électroniques. Les appellations comme « entreprise de fabrication de matières plastiques » et « société métallurgique » tendent à disparaître au profit de la notion de « société de fabrication de matériaux ».

Les universitaires du domaine des matériaux ont également évolué vers un nouveau modèle. Merton Flemings, du Massachusetts Institute of Technology (MIT), a décrit comment le département de métallurgie de son école avait élargi son champs d'intérêt dans les années 50 pour inclure la céramique, les polymères et les matériaux électroniques, en plus des métaux. Depuis lors, le département a changé de nom à plusieurs reprises pour marquer son évolution vers un département des matériaux jusqu'à ce qu'il adopte finalement son nom actuel : the Department of Materials Science and Engineering (département des sciences et du génie des matériaux).

Alors que les producteurs de matériaux, les corporations professionnelles, les universitaires et les technologues gouvernementaux ont accepté un nouveau modèle des matériaux, du moins implicitement, les responsables fédéraux de la politique des matériaux semblent avoir été plus lents à reconnaître l'existence d'une nouvelle réalité. Maintenant, les problèmes de vulnérabilité, de défense nationale et de stockage de matériaux critiques qui mobilisaient autrefois l'attention ont, semble-t-il, cédé le pas à d'autres centres d'intérêt comme les sciences, la technologie et les questions liées à la concurrence internationale ainsi que leur influence sur la croissance économique. En outre, à l'heure

actuelle, tout le dialogue sur la politique des matériaux s'inscrit dans le contexte d'une prise de conscience et d'attentes élevées en matière d'environnement.

Annexe B : Centres techniques spécialisés des collèges québécois¹

L'idée de centres techniques spécialisés a été le fruit d'une grande réflexion et de quantité de débats dans le milieu des collèges du Québec qui ont conduit à la publication, en 1978, du document intitulé *Les collèges du Québec : Nouvelle étape : projet du gouvernement à l'endroit des cégeps*. Ensuite, au début des années 80, alors que les discussions se poursuivaient sur cette possibilité et, un peu plus tard, sur la révolution technologique, le ministère de l'Éducation du Québec avait confirmé l'intention du gouvernement de créer des centres techniques spécialisés.

En 1983-1984, dans son plan de relance économique, le gouvernement du Québec a annoncé la création de tels centres. Six ont été établis la même année, trois l'année suivante et trois autres en 1985-1986. Après une période d'évaluation, en 1989, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science a porté à 15 le nombre de centres.

Les centres techniques spécialisés des collèges sont des centres d'échange technologique. Le Ministère leur a donné comme mandat, en tant qu'instrument de la mission d'enseignement des collèges, de contribuer au développement économique par les échanges technologiques tout en participant au développement de la formation technique dans les collèges.

La nature des activités d'un centre spécialisé est directement liée aux programmes de formation technique proposés par les collèges. C'est

¹ Ce texte est un extrait d'un exposé sur les centres spécialisés présenté par Rosemarie Dallaire à la réunion du à Montréal, le 4 février 1993.

dans le cadre d'un tel programme qu'un groupe de professeurs manifeste un intérêt pour des activités de recherche appliquée ou pour répondre aux besoins d'une entreprise.

La coopération entre centres techniques spécialisés

Ces centres sont répartis dans pratiquement toutes les régions du Québec et sont par conséquent en mesure d'offrir leurs services à la fois aux clients régionaux et aux clients dont les activités sont à l'échelle de la province. Certains centres offrent des services à d'autres régions du Canada et même à l'étranger. Pour mener de vastes projets, ils sont en mesure de regrouper leur expertise et un personnel de quelque 200 ingénieurs, techniciens, professionnels et administrateurs.

Des centres spécialisés travaillant dans le domaine des matériaux

Certains des centres peuvent mettre l'accent sur la mise au point de procédés, tandis que d'autres s'attachent à parachever de nouveaux produits et que d'autres encore se concentrent sur l'innovation. Parmi les centres spécialisés dans la mise au point de matériaux, deux centres méritent d'être mentionnés :

- le centre de matériaux composites spécialisés
- le centre de produits métallurgiques spécialisés

Les matériaux composites

Ce centre se spécialise dans la mise au point de matériaux composites polymères. Il offre ses services pour la R-D de produits industriels, la mise au point et la mise à l'essai de matériaux, la conception automatisée et la fabrication de matériaux composites, ainsi que la mise au point et la fabrication de prototypes dans le domaine particulier des nouveaux matériaux.

La métallurgie

Spécialisé dans la métallurgie, ce centre qui s'intéresse à la mise au point de nouveaux alliages, a notamment conçu et fabriqué pour Hydro-Québec un matériau plaqué au nickel revêtu d'une pellicule de polymère.

Annexe C : Références

Pour l'établissement du présent rapport, les documents suivants ont été consultés :

Advanced Materials & Processing, The Fiscal Year 1994 Federal Program in Materials, Science and Technology, A Report by the FCCSET Committee on Industry and Technology To Supplement the President's Fiscal Year 1995 Budget (Gaithersburg, Maryland, Committee on Industry and Technology, juillet 1993).

« Apprenticeship Training: Canada vs. Germany », Siemens Electric Ltd., Mississauga, 1991.

Bourses Canada en Technologie (Ottawa, Industrie, Sciences et Technologie Canada, 1992).

Comment faire apprécier les sciences aux élèves : Guide pour les chefs de file et les innovateurs à l'école (Ottawa, Industrie, Sciences et Technologie Canada et British Columbia Science World, 1991).

« De l'enseignement supérieur à l'emploi/The Flow of Graduates from Higher Education and Their Entry into Working Life » (Ottawa, document préparé par Emploi et Immigration Canada, présenté à l'OCDE, 1991).

Education and Training in the Canadian Plastic Industry: A Case Study, étude établie par I.A. Litvak (Toronto, Ministère de l'Industrie, du

Commerce et de la Technologie de l'Ontario, septembre 1992).

EIC Study on High School Vocational Education in Canada (Ottawa, Emploi et Immigration Canada, 1992).

Enquête nationale auprès des apprentis (1989-1990) : Compendium des résultats (Ottawa, Emploi et Immigration Canada, 1992).

Findings of a Survey of Industrial Attitudes Concerning the Education, the Role, and Equity Participation of Technicians and Technologists (Ottawa, Prologue Management Planning Corporation, 1992).

Formation et adaptation des travailleurs pour la nouvelle économie mondiale (Toronto, Rapport du Conseil du premier ministre de l'Ontario, 1990)

La Commission canadienne de mise en valeur de la main-d'œuvre, Rapport annuel de 1991-1992 (Ottawa, la Commission, 1992).

La Promotion de 1982 : Second regard (Ottawa, Emploi et Immigration Canada, 1992).

La Promotion de 1986 (Ottawa, Emploi et Immigration Canada, 1991).

Learning for the Future (Montréal, Forum entreprises-universités, 1990).

Les Femmes dans les sciences et en génie : Vol. II : Collèges (Ottawa, Industrie, Sciences et Technologie Canada, 1992).

Les Chemins de la compétence : Éducation et formation professionnelle au Canada, rapport de synthèse du Conseil économique du Canada (Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1992).

Profil de l'enseignement supérieur au Canada (Ottawa, Secrétariat d'État du Canada, 1991).

Report on the Status of Composites Education in Canada (Montréal, l'Association canadienne pour les structures et matériaux, 1992).

Rapport des groupes de travail du CCMTF sur la stratégie de la mise en valeur de la main-d'œuvre (Ottawa, Centre canadien du marché du travail et de la productivité, 1990).

« Skills Training Faces the Crunch » *Canadian Plastics*, vol. 46 (1988), p. 19-23.

Techniciens et technologues au Canada (Ottawa, Industrie, Sciences et Technologie Canada, 1992).

« The Labour Market for Technicians and Technologists in Canada: A Supply and Demand Model », Curry Adams & Associates, Inc., Ottawa, 1992.

Rapport sur la diffusion aux PME des connaissances relatives aux MIP

Introduction

Le Groupe de travail sur la diffusion a entrepris ses travaux en se fixant pour objectifs d'élaborer des recommandations et des plans de mise en œuvre portant en particulier sur la diffusion des connaissances relatives aux MIP. Par ailleurs, jugeant que la plupart des grandes entreprises ont déjà accès aux connaissances sur les MIP, le Groupe de travail a décidé de concentrer ses efforts sur les PME du secteur de la fabrication au Canada.

Dans son analyse de la diffusion et de la transmission des connaissances sur les MIP, le Groupe de travail a procédé de la manière suivante :

- il a tenu compte du climat économique
- il a repéré les principaux intervenants, puis les a consultés pour arriver à déterminer les principaux obstacles en jeu
- il a examiné les mécanismes de diffusion et de transmission en faisant réaliser trois études sur le rôle des universités, des associations industrielles et des associations professionnelles (dont les résumés sont présentés à l'annexe A), ce qui lui a permis de consulter le secteur privé et universitaire
- il a formulé des recommandations et des plans de mise en œuvre.

Les consultations extérieures entreprises par le Groupe de travail lui ont permis de découvrir que le climat économique actuel a des répercussions négatives extrêmement importantes sur l'acquisition, la diffusion et l'utilisation de la technologie.

Le Groupe de travail en est arrivé à la conclusion que le secteur de la fabrication joue un rôle de premier plan dans la prospérité économique et

la création d'emplois au Canada si bien que l'amélioration de sa compétitivité est jugée essentielle à la croissance économique du pays. Les matériaux, en particulier les matériaux de pointe et leurs procédés de transformation constituent un élément indispensable dans les efforts pour accroître la compétitivité du secteur manufacturier canadien. En somme, l'adoption de nouveaux matériaux ainsi que de la technologie et de l'expertise de conception connexes est un facteur clé pour stimuler l'activité manufacturière et créer les emplois et la richesse qui en découleront.

Le Groupe de travail considère que le segment le plus important des manufacturiers canadiens, les PME en particulier, du fait qu'il n'assure pas la conception des produits qu'il fabrique n'est pas incité à innover.

Or, l'innovation est un élément clé de l'accroissement de la compétitivité et de la production de richesses. Il est donc primordial d'accroître les facteurs d'incitation à l'innovation dans l'industrie canadienne. Le moyen privilégié pour atteindre ce but est de créer des stimulants attrayants et adéquats. Les fonds publics consacrés à la stimulation du processus d'innovation sont maintenant concentrés sur les activités de R-D (c.-à-d. une **partie** de l'activité d'innovation). Ces fonds encourageraient davantage l'innovation s'ils étaient employés pour récompenser la commercialisation de produits et de procédés nouveaux.

Le Groupe de travail a confirmé l'intérêt de constituer de vastes réseaux permettant aux PME d'accéder à des données, à des connaissances et à une expertise pertinentes en temps opportun. Plusieurs recommandations ont été formulées à cet égard pour augmenter et améliorer les mécanismes actuels.

Situation actuelle

Un certain nombre de pays industrialisés, dont les États-Unis, le Japon et la Communauté Européenne, ont pris conscience, dans les dix à vingt dernières années, de l'importance économique de la technologie des matériaux. La plupart de ces pays ont intégré diverses initiatives (R-D et autres) à leurs stratégies industrielles nationales. Pour être concurrentielle, l'industrie canadienne doit faire le meilleur usage possible des matériaux, y compris les matériaux de pointe, dans ses produits et procédés. Le CCNMIP a été créé en vue de conseiller le ministre sur les questions liées à la compétitivité industrielle du Canada dans ces domaines importants. La diffusion aux entreprises du Canada des connaissances provenant de diverses sources sur les matériaux industriels de pointe est une étape cruciale du processus devant inciter les Canadiens à utiliser les MIP. Dans le cadre de son mandat, le CCNMIP a donc décidé de former un groupe de travail distinct chargé de la diffusion et de la transmission des connaissances sur les MIP aux entreprises canadiennes.

La diffusion des connaissances sur les MIP est une facette particulière du thème plus général de la diffusion de la technologie en tant qu'élément clé de la compétitivité, tel que le soulignent trois rapports émanant de trois autres groupes — le Conseil consultatif national des sciences et de la technologie (CCNST); le Groupe de travail sur les défis posés par la science, la technologie et les domaines connexes de l'Initiative de la prospérité; le secteur des matériaux ouvrés (voir l'annexe B). Le Groupe de travail est généralement d'accord avec les conclusions et les recommandations de ces trois rapports mais conclut qu'il n'en faut pas moins formuler des recommandations et des plans d'action visant les matériaux en particulier.

Le Groupe de travail a fait appel au modèle qui suit pour la diffusion de la technologie aux PME du secteur de la fabrication au Canada :

La majorité des connaissances sur les MIP proviennent de l'extérieur du Canada. Pour que les sociétés canadiennes utilisent des matériaux et des procédés de pointe afin d'améliorer leur position concurrentielle, elles doivent :

- A bénéficier de mesures appropriées les incitant à prendre le risque d'investir dans la nouvelle technologie;*
- B être au courant des techniques actuelles et émergentes (le processus permettant aux entreprises canadiennes de fabrication d'être renseignées sur la nouvelle technologie liée aux MIP est complexe et fait appel à de multiples intervenants — sociétés canadiennes et étrangères, associations industrielles et professionnelles qui facilitent les rapports personnels, universités, laboratoires d'État, centres d'information technique, sans compter les ouvrages techniques et scientifiques);*
- C s'assurer qu'elles disposent des ressources financières, des compétences de gestion et de l'expertise technique nécessaires pour transférer et appliquer la technologie à leurs activités.*

Le Groupe de travail s'est attaché aux trois tâches suivantes :

- cerner les obstacles qui entravent la diffusion efficace des connaissances sur les MIP
- formuler des recommandations pour réduire de façon appréciable ces obstacles
- énoncer des plans d'action pertinents pour assurer la mise en œuvre des recommandations.

Le Groupe de travail a exécuté son mandat en portant une attention particulière aux PME du secteur de la fabrication parce qu'il était

convaincu que la plupart des grandes entreprises ont déjà accès à une bonne base de connaissances sur les MIP.

Obstacles

Le Groupe de travail a relevé cinq obstacles principaux entravant la diffusion des connaissances sur les MIP aux PME du secteur de la fabrication :

Climat économique et besoin de connaissances

— Le climat économique difficile actuel a eu de graves répercussions sur les bénéfices et les liquidités des entreprises. Les ressources — tant financières qu'humaines — qu'elles sont en mesure de réinvestir dans leurs propres activités sont donc extrêmement restreintes. Cette remarque est également valable en ce qui a trait au réinvestissement en matière de biens matériels et de technologie.

Comme le segment le plus important des manufacturiers canadiens n'assure pas la conception des produits qu'il fabrique, ce puissant moteur de l'innovation lui fait défaut, de même que le besoin de connaissances dans le domaine des MIP.

Difficulté de répertorier les sociétés intéressées aux MIP

— Le nombre de sociétés éventuellement intéressées aux connaissances sur les MIP est de l'ordre de 5 à 20 p. 100 des plus de 30 000 PME du secteur de la fabrication au Canada. Il est difficile de savoir de façon précise quelles sociétés sont les plus susceptibles de s'intéresser aux connaissances sur les MIP et donc, d'organiser des programmes pour leur communiquer l'information.

Capacités techniques restreintes des PME — La plupart des études sur la question en arrivent à la même conclusion quant au fait qu'une proportion élevée de PME ne s'attachent pas à rechercher

les avantages liés à l'acquisition de connaissances sur les MIP et à leur exploitation commerciale et n'y consacrent pas de ressources financières ou administratives. L'expertise technique dans le domaine des matériaux est souvent négligée.

Faiblesse des réseaux en place pour la diffusion de connaissances sur les MIP

— Les réseaux actuels regroupent des fonctionnaires, des laboratoires et des centres d'information, des universités, des associations industrielles et professionnelles. Il existe un réseau non officiel sur les matériaux, qui repose en ce moment sur les bureaux d'Industrie Canada situés à Ottawa et en région, relié en partie et de façon indirecte au Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC. On a découvert que les associations industrielles s'intéressaient avant tout aux activités commerciales et participaient assez peu à la diffusion d'information technique. Les associations professionnelles s'intéressent de plus près à la diffusion de connaissances sur les MIP mais leur efficacité à cet égard est plutôt variable. On a jugé que les bases de données n'étaient pas suffisamment conviviales pour être véritablement utiles aux PME.

Manque de motivation des universités en matière de conception technique

— On estime dans de nombreux milieux que les universités n'ont pas développé suffisamment de liens significatifs avec l'industrie de sorte que leurs connaissances sur les MIP ne sont pas utilisées efficacement par les PME et que l'industrie exerce une influence limitée sur la recherche universitaire.

Analyse et recommandations

Mesures propres à inciter les entreprises à prendre des risques

Le facteur le plus important pour la diffusion de la technologie est la motivation du secteur industriel à investir dans la nouvelle technologie afin d'acquérir un avantage concurrentiel et de réaliser des bénéfices intéressants.

L'économie mondiale étant très concurrentielle, le marché exerce des pressions considérables sur les entreprises les incitant à utiliser la meilleure technologie disponible. S'il est parfois possible d'acquérir directement cette technologie des sources externes, les sociétés à la fine pointe doivent aussi faire preuve d'esprit novateur au sein même de leur entreprise pour renouveler leur gamme de produits tout en améliorant leur structure de coûts.

Le climat actuel des affaires ayant hélas gravement réduit les profits et les disponibilités (financières) des entreprises, les ressources financières et humaines qu'elles sont en mesure de réinvestir dans l'entreprise, le matériel, l'acquisition de technologie ou à des fins d'innovation, sont extrêmement limitées. Cet obstacle est d'une importance considérable mais le Groupe de travail n'a pas reçu le mandat d'énoncer une politique économique d'ensemble.

Il est malheureux aussi que la motivation pour acquérir de nouvelles techniques soit faible du fait que le segment le plus important des entreprises de fabrication canadiennes n'a pas la haute main sur la conception des produits qu'il fabrique et, par conséquent, cet élément moteur qui pousse à l'innovation lui fait défaut. Le Groupe de travail en a conclu qu'il est capital d'accroître les facteurs d'incitation à l'innovation dans le secteur manufacturier canadien. La méthode privilégiée pour donner cet élan est de rendre les stimulants à l'innovation suffisamment avantageux pour encourager les entreprises à prendre des risques.

La politique publique actuelle pour encourager l'innovation consiste à offrir des stimulants avantageux aux entreprises qui consacrent des fonds à la R-D scientifique, qui ne représente en fait qu'un volet de l'innovation. Ces mesures ont surtout pour effet de réduire un peu le fardeau financier du processus global d'innovation. Par ailleurs, la réglementation fiscale n'établit aucune distinction entre la R-D qui porte fruit, débouche sur la fabrication d'un produit au Canada et crée de la richesse et des emplois, et la R-D infructueuse qui n'aboutit pas à la fabrication d'un produit utile ou entraîne des investissements à l'étranger.

Le Groupe de travail en est arrivé à la conclusion que l'actuel crédit d'impôt pour la R-D n'incite pas suffisamment les entreprises à accroître cette importante facette de l'activité canadienne génératrice de richesse.

De l'avis du Groupe de travail, les fonds publics destinés à stimuler le processus d'innovation, qui sont actuellement concentrés sur les activités de R-D (c'est-à-dire une partie du processus d'innovation) réussiraient davantage à susciter l'innovation dans le secteur manufacturier canadien s'ils étaient employés pour récompenser les entreprises qui parviennent à commercialiser des produits et des procédés nouveaux. Les techniques de fabrication des matériaux, qui constituent des technologies de développement prometteuses, bénéficieraient considérablement d'une telle orientation et la demande de connaissances relatives aux MIP en serait accrue.

Recommandation 1

Que l'innovation soit récompensée par un traitement fiscal procurant des avantages appréciables en ce qui touche les profits découlant de la fabrication de produits conçus et mis au point au Canada. Cette mesure devrait être conçue de façon à ne pas avoir de répercussions sur les recettes fiscales.

Le Groupe de travail a mentionné que d'autres groupes consultatifs avaient analysé en profon-

deur des questions connexes (voir l'annexe B). Ainsi, le rapport du CCNST disait que « le gouvernement devrait inciter les entreprises à élaborer des stratégies équilibrées de développement et d'acquisition de la technologie en établissant de nouvelles mesures d'incitation fiscale, une méthode d'amortissement accéléré et des mécanismes de financement à frais partagés axés sur l'acquisition de la technologie, qui soient aussi favorables que les mesures d'incitation s'appliquant actuellement au développement interne de la technologie ».

Le rapport du Secteur des matériaux ouvrés recommandait l'extension du système de crédit d'impôt à la R-D scientifique de façon à inclure l'amélioration des procédés de production. Ce rapport suggère aussi qu'on envisage de lier en partie les stimulants à la R-D à la réussite commerciale. La raison d'être de ce concept est qu'il conviendrait de récompenser les résultats fructueux d'investissement comportant un risque technique plutôt que l'activité de R-D en soi. Tel que mentionné ci-dessus, le Groupe de travail se prononce fermement en faveur de ce nouveau concept.

Connaissance de la technologie accessible

Faciliter l'accès des PME canadiennes aux connaissances sur les MIP provenant de diverses sources est une étape critique du processus menant à l'utilisation des MIP. Le Groupe de travail a défini certains facteurs qui réduisent l'accessibilité aux connaissances sur les MIP :

- a) difficulté de répertorier les sociétés bénéficiant des connaissances sur les MIP liées à la demande
- b) faiblesse des réseaux en place pour la diffusion de connaissances sur les MIP
- c) absence de motivation de la part des universités et de l'industrie à constituer des réseaux

a) Difficulté de répertorier les sociétés intéressées

Le PARI fournit des conseils à quelque 10 000 entreprises industrielles et assume une partie des coûts de R-D de près de 4 000 entreprises par an. Ces entreprises, dans l'ensemble, seraient bien plus susceptibles de s'intéresser à l'information sur les MIP qu'un groupe d'entreprises de même taille choisi au hasard étant donné qu'elles manifestent déjà un intérêt pour l'innovation. Elles seraient donc la première clientèle-cible pour la diffusion des MIP.

Le Groupe de travail reconnaît que la liste initiale serait incomplète du fait qu'un certain nombre de PME susceptibles d'être intéressées par les MIP ne figureraient pas sur cette liste. Toutefois, le Groupe de travail est persuadé, que que du point de vue pratique, il s'agit d'un compromis acceptable, par rapport aux deux solutions suivantes :

- « inonder » plus de 30 000 PME canadiennes d'information sur les MIP en sachant que de 80 à 90 p. 100 de cette information sera de peu d'intérêt ou communiquée en pure perte
- attendre qu'une liste définitive des entreprises intéressées aux techniques des MIP soit établie à grand frais.

Le Groupe de travail considère qu'avec un effort modeste, la liste initiale s'allongera rapidement et comprendra la plupart des sociétés qui s'intéressent aux MIP.

Recommandation 2

Qu'Industrie Canada et le Conseil national de recherches Canada (CNRC) répertorient toutes les entreprises bénéficiant d'une aide quelconque en vertu des divers programmes d'Industrie Canada et du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), classées selon le type de matériaux utilisés; cet inventaire constituerait le point de départ d'une liste des PME susceptibles d'adhérer à

un réseau national pour accéder à de nouvelles connaissances sur les MIP.

b) Faiblesse des réseaux en place pour la diffusion de connaissances sur les MIP

Le Canada a la chance de disposer d'un vaste réseau efficace de soutien à l'industrie reposant sur les bureaux régionaux, les organismes de recherche provinciaux, les universités et le réseau de CTI du PARI (puissant réseau de 240 personnes, à l'échelle du pays). Les ministères provinciaux affectent en outre du personnel chargé de soutenir et conseiller l'industrie. Plusieurs fois par an, du personnel technique effectue des visites de soutien dans des PME.

Le réseau actuel sur les matériaux est en réalité un groupe non officiel de représentants d'Industrie Canada et du PARI qui ne s'est pas fixé d'objectif commun précis. Les membres de ce réseau se rencontrent plusieurs fois par an pour discuter des techniques relatives aux MIP. Le Groupe de travail n'en considère pas moins que ce réseau, même sous sa forme actuelle, offre de grandes possibilités en tant que point d'échange d'information très valable entre les PME et d'autres intervenants, pour la transmission des connaissances sur les MIP. Ce réseau deviendrait encore plus productif si les entreprises s'engageaient davantage.

Ce réseau devrait être étendu de manière à inclure des représentants des universités et des gouvernements provinciaux. Il serait peu commode que tous les membres du réseau tiennent des réunions en un seul endroit; par contre une solution pratique serait d'établir plusieurs groupes à des endroits stratégiques par rapport à Industrie Canada, aux CTI du PARI, aux universités, aux représentants des gouvernements provinciaux et aux membres de l'industrie. Ces groupes régionaux pourraient se réunir régulièrement et informer d'autres groupes régionaux de leurs activités respectives par l'intermédiaire de bulletins, de rapports ou autres. Ils auraient en outre pour tâche première d'actualiser et d'enrichir de façon continue le répertoire des

dépositaires du savoir-faire et de l'expertise en matière de MIP au sein des gouvernements, de l'industrie et des universités du Canada et d'agir en qualité d'intermédiaire entre les organismes désireux d'acquérir des connaissances sur les MIP et les organismes nationaux ou internationaux désireux de vendre ou de partager ces connaissances. Le Groupe de travail est conscient que pour être en mesure de jouer le rôle d'intermédiaire, le réseau devra pouvoir compter sur l'appui du secteur industriel.

Recommandation 3

Que le réseau national sur les matériaux, s'appuyant à l'origine sur les bureaux régionaux d'Industrie Canada et les directions générales à Ottawa, qui a été étendu pour inclure le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), soit encore agrandi et étoffé par une représentation accrue des provinces et des industries du secteur privé, dans le but d'aider à repérer les entreprises qui tirent avantage des connaissances liées aux MIP et à faire connaître les réalisations fondées sur les MIP.

Il ressort de l'étude sur les associations professionnelles que ces organismes tiennent à participer à la diffusion de la technologie des MIP parce qu'ils considèrent cette activité comme faisant partie intégrante de leur rôle en ce qui touche l'amélioration du statut professionnel de leurs membres. Par conséquent, il existe déjà une volonté à cet égard et, souvent, des mécanismes propres à la diffusion de la technologie des MIP.

Recommandation 4

Que des démarches soient effectuées auprès d'une ou de plusieurs associations professionnelles pour qu'elles participent à la transmission des connaissances avec l'aide d'entreprises choisies qui fournissent des MIP. Ces associations chercheront à nouer

des relations de travail plus étroites avec leurs homologues de l'industrie.

L'Échange de techniques de pointe entre manufacturiers canadiens (CAN-MATE) et l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST) administrent des bases de données très efficaces et utiles pour l'utilisateur bien informé comme le sont les grandes entreprises. En ce qui concerne les PME, cependant, ces bases semblent difficiles à utiliser si l'on en croit les divers rapports cités. Le Groupe de travail suggère que des enquêtes électroniques sur les utilisateurs de ces bases de données soient effectuées pour recueillir des données objectives à ce propos et confirmer cette situation. De telles enquêtes pourront servir par la suite à analyser les réactions aux diverses initiatives que CAN-MATE et l'ICIST pourraient décider de prendre pour rendre les bases de données plus conviviales. On devrait envisager d'incorporer à ces bases de données, dans une catégorie annexe constituant un « inventaire de personnes », un répertoire des Canadiens ayant une expertise en matière de MIP. CAN-MATE a récemment changé de nom et est devenu CMA Manufacturing Technology Source.

Recommandation 5

Que les bases de données de l'Échange de techniques de pointe entre manufacturiers canadiens (CAN-MATE) et la base de données de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST) qui transmettent aux PME les connaissances sur les MIP soient améliorées par l'ajout d'un répertoire des personnes ayant des connaissances sur les MIP et qu'elles soient rendues plus accessibles. Il conviendrait de mettre davantage l'accent sur l'information relative aux matériaux.

c) Absence de motivation de la part des universités et de l'industrie

Le résumé d'un rapport sur la diffusion de connaissances relatives aux MIP provenant des universités, aux PME canadiennes de fabrication (voir annexe A) présente un certain nombre de suggestions qui devraient accroître la coopération entre les universités et les PME. Le Groupe de travail est convaincu que cela ne sera possible que s'il revient aux universités de chercher elles-mêmes auprès de l'industrie les contrats de recherche pertinents. A cet égard, les subventions du CRSNG sont un instrument de motivation valable.

Recommandation 6

Qu'une part plus importante des subventions stratégiques destinées aux programmes de recherche orientée du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada soit réservée aux projets utilisant des MIP et s'attachant à résoudre des problèmes pertinents pour l'industrie. Qu'on incite en outre les entreprises bénéficiant d'une aide en vertu des divers programmes du gouvernement fédéral à rechercher le soutien des universités pour résoudre leurs problèmes techniques.

Gestion financière et capacité d'assimilation technique des PME

De nombreuses PME disposent de capacités techniques restreintes. Tous les rapports sur le thème de la diffusion de la technologie conviennent que le second obstacle le plus important en ce qui a trait à la diffusion des connaissances sur les MIP est probablement la capacité limitée des PME en matière de nouvelle technologie. Le Groupe de travail considère que la façon la plus efficace de s'attaquer à ce problème est d'offrir des stimulants adéquats aux PME pour qu'elles investissent dans la nouvelle technologie et l'innovation (recommandation 1) et de rendre le savoir-faire des universités, des laboratoires d'État et autres plus accessibles aux PME en

améliorant les réseaux (recommandations 3 à 6). Il faudra peut-être amener les gestionnaires à changer de mentalité pour réussir à accroître la priorité accordée aux matériaux.

Plans de mise en œuvre

En ce qui a trait à la recommandation 1 (Soutenir l'innovation), le CCNMIP transmettra cette recommandation au ministre des Finances pour obtenir son soutien. Comme étape préliminaire, on demande à Industrie Canada de fournir les ressources nécessaires à la préparation, sous l'égide du CCNMIP, d'une proposition concrète qui serait soumise à l'étude du ministre des Finances.

En ce qui a trait à la recommandation 2 (Entreprises bénéficiant de subventions), Industrie Canada et le CNRC doivent travailler de concert en vue d'établir une liste permanente des entreprises bénéficiant de subventions du PARI et d'accorder priorité à ces entreprises en tant que candidats de premier choix à une aide accessible aux fournisseurs de nouveaux matériaux, en vertu d'un programme d'extension de services techniques. Les connaissances techniques et les critères de conception relatifs aux nouveaux matériaux sont considérés comme les facteurs propres à améliorer la compétitivité. Les entreprises de cette liste devraient être tenues au courant de l'amélioration des capacités des réseaux à mesure qu'elle se produit.

En ce qui a trait à la recommandation 3 (Établissement de réseaux), Industrie Canada, le CNRC et les gouvernements provinciaux doivent établir un réseau étendu sur les matériaux. Il convient d'encourager la participation du secteur privé. De façon régulière, le réseau se chargera de répertorier et de classer par ordre de priorité les secteurs, les sous-secteurs ou les éléments régionaux des secteurs de l'industrie qui seraient le plus en mesure de bénéficier d'un apport de connaissances sur les MIP. Il faudrait mettre l'accent sur les débouchés liés à l'exportation.

Le réseau aurait aussi pour tâche de repérer les créneaux les plus prometteurs et propices à l'exploitation de nouveaux débouchés liés aux MIP, tant sur le marché intérieur que sur les marchés mondiaux. Industrie Canada devrait inciter les entreprises qui adoptent de nouveaux matériaux ou procédés à chercher de manière active à obtenir, par l'intermédiaire du PARI, des gouvernements provinciaux, des associations professionnelles et d'autres, une couverture des médias pour faire connaître leurs réalisations.

En ce qui a trait à la recommandation 4 (Rôle actif des associations professionnelles), Industrie Canada facilitera l'établissement d'un programme pilote mené en collaboration avec l'Ordre des architectes de l'Ontario (OAO). Dans le cadre de ce programme, on invitera les fournisseurs de matériaux de construction nouveaux à présenter des troupes d'information sur les matériaux destinées à une clientèle commerciale, dont l'OAO assurera la distribution. La Société des industries du plastique du Canada (SPI Canada) a accepté de collaborer à ce projet. Industrie Canada étendra le projet pilote entrepris avec l'OAO à d'autres provinces et commencera à travailler avec la Society for Advancement of Materials and Process Technology (SAMPE), la Society of Plastics Engineers (SPE) et, éventuellement, ASM International. Industrie Canada encourage les associations professionnelles à nouer des relations de travail plus étroites avec leurs homologues de l'industrie.

En ce qui a trait à la recommandation 5 (Bases de données), il faudrait recueillir des renseignements supplémentaires sur d'autres bases de données (p. ex., le système de la Grande-Bretagne soutenu par le Department of Trade and Industry et le Minnesota Project Outreach adopté par 14 autres États américains) et effectuer des comparaisons avec les bases de données canadiennes de CAN-MATE et de l'ICIST afin de trouver des façons de rendre le système canadien plus convivial. Il faut aussi mener des enquêtes sur les utilisateurs actuels

des bases de données de CAN-MATE et de l'ICIST afin de dresser un profil des usagers. Enfin, il faut élaborer un plan pour rendre les bases de données de l'ICIST et de CAN-MATE plus accessibles et enrichir leur contenu en matière de connaissances sur les matériaux.

En ce qui a trait à la recommandation 6 (Subventions du CRSNG), le Groupe de travail entreprendra des discussions avec le CRSNG pour déterminer si cette recommandation est réalisable et tenter d'en arriver à une position commune sur ce point. L'objectif sera d'accroître la participation du CRSNG aux projets relatifs aux MIP. Le Groupe de travail estime qu'une augmentation de la demande produira des résultats positifs en ce sens, comme ce sera le cas lors des étapes subséquentes de développement des réseaux de centres d'excellence. Le Groupe de travail discutera en outre avec les administrateurs du PARI pour déterminer le degré de soutien auquel on peut s'attendre quant à une participation accrue des universités. Au sein de l'industrie, certaines universités ont la réputation d'être celles avec lesquelles il est le plus intéressant de travailler pour la qualité des rapports et des relations de travail qu'il est possible d'établir. On entreprendra des démarches auprès des universités pour obtenir d'elles des renseignements plus précis sur leurs méthodes de collaboration avec l'industrie. Les résultats de ce travail seront diffusés par l'intermédiaire des associations professionnelles puisqu'elles comptent un nombre relativement élevé de membres attachés aux universités.

Distribution

Le Groupe de travail recommande que le présent rapport soit distribué à tous les intervenants.

Suivi

Le suivi recommandé pour ce qui touche la recommandation 1 sera assuré par un groupe spécial de membres du Comité.

En ce qui a trait aux recommandations 2 à 6, le Groupe de travail considère qu'une fois entreprises, la plupart des activités découlant des recommandations du présent rapport se poursuivront d'elles-mêmes. Toutefois, si le CCNMIP doit s'acquitter du volet de son mandat relatif à la diffusion des connaissances sur les MIP, il devrait établir un nouveau groupe de travail permanent chargé de surveiller les progrès et d'inciter les intervenants à participer pleinement. Ce groupe présenterait de temps à autre un rapport aux ministres sur les progrès réalisés en fonction d'une série d'indicateurs de mesure qu'il établirait.

Table ronde sur la diffusion

La table ronde sur la diffusion comprenait des intervenants d'origines très diverses : deux associations industrielles (représentant quelque 6 000 PME), une association professionnelle (représentant 2 000 architectes), un professeur d'université et trois services du gouvernement fédéral ayant des intérêts pertinents en la matière. En tant que groupe, dans l'ensemble, les participants à la table ronde ont appuyé le rapport du Groupe de travail sur la diffusion mais, comme il arrive d'ordinaire dans ce genre d'entreprises, il a fallu apporter des nuances à certaines des recommandations contenues dans le projet de rapport pour ménager les susceptibilités. La plupart des corrections demandées ont été faites dans le rapport final. Tous les intervenants ont manifesté le désir de participer aux activités présentées dans le rapport.

Les mandats du CCNMIP et du Groupe de travail sur la diffusion sont généralement limitatifs lorsqu'on entreprend un débat avec une

assemblée aussi diversifiée si bien que des questions jugées importantes, sinon vitales, pour certains des intervenants, n'ont pu être abordées car elles dépassaient le cadre du mandat du Groupe de travail. Ont dû être écartées du débat les discussions portant sur :

- le climat économique actuel et la nécessité de « corriger » la situation pour que des progrès puissent être réalisés en matière de diffusion des connaissances
- la nécessité pour les chercheurs universitaires d'être libres de choisir « l'orientation » de leurs recherches bien que la perspective de l'industrie soit jugée souhaitable
- le désir du gouvernement fédéral de voir le secteur privé et les universités assumer davantage de responsabilités à l'égard des mesures recommandées.

Abstraction faite des observations ci-dessus, une forte proportion d'intervenants a reconnu la nécessité d'avoir de meilleurs réseaux tant sur le plan intérieur qu'international pour améliorer l'accès des PME à l'application pertinente des MIP en temps opportun. On a mentionné que la réussite des échanges de technologie continuera de reposer pour une très grande part sur les rapports personnels établis avec les personnes ayant la formation et l'expertise la plus pertinente. Même si l'on a reconnu que les réseaux de technologie, d'information et de connaissances sont d'une extrême priorité, de l'avis de plusieurs participants, le développement du marché des MIP continue d'être le point de départ le plus efficace pour la diffusion. D'après certains participants, des réseaux administrés par le secteur privé pourraient être plus fonctionnels et, de façon générale, les PME y seraient plus réceptives.

Par ailleurs, on a jugé important d'encourager fortement les associations industrielles à collaborer plus étroitement avec les groupes professionnels et l'administration publique, à tous les niveaux, à susciter activement une meilleure coopération entre tous les intervenants.

La table ronde sur la diffusion a indiqué de manière implicite que le leadership d'Industrie Canada serait nécessaire pour atteindre certains des objectifs établis dans le rapport. Ni les participants du secteur privé, ni les participants du gouvernement n'ont manifesté le désir d'assumer ce leadership en tant que représentants de leur organisme.

ANNEXE A : Résumés des rapports commandés par le Groupe de travail sur la diffusion aux PME des connaissances relatives aux MIP

Résumé du rapport de l'Association des manufacturiers canadiens et du Forum canadien des matériaux industriels de pointe sur les associations industrielles

Le principal point est que les industries ne disposent pas de suffisamment de liquidités et ne font pas assez de profits pour envisager autre chose que des stratégies de survie; l'investissement dans le domaine de la technologie s'en trouvera amoindri. Par conséquent, le rôle des associations industrielles est de militer pour améliorer le climat financier et fiscal.

On propose l'établissement d'un guichet unique pour l'information technique, dont les associations industrielles assumeront la gestion et la coordination étant donné qu'elles sont les plus proches des centres d'échange de technologie des entreprises.

Une enquête révèle les faits suivants :

- les principales sources de technologie sont les propres activités de R-D et d'atelier des entreprises
- les principales sources extérieures de technologie sont les revues, les associations, les réseaux et les congrès
- les sources les moins importantes de technologie sont les pouvoirs publics, les programmes de recherche publics, les universités et les collèges techniques.

L'étude a répertorié 800 associations industrielles au Canada. Sur les 26 qui ont été choisies pour une entrevue, moins de 10 étaient des organismes de services multiples qui participaient d'une quelconque façon à la diffusion de l'information technique et un autre groupe, également de moins de 10 organismes, était constitué d'organismes exclusivement voués à l'échange de technologie.

L'étude n'en arrive à aucune conclusion ou recommandation claire mais propose cinq voies possibles :

- les expositions commerciales sur la technologie
- une collaboration plus étroite entre les associations industrielles et le PARI
- l'amélioration des réseaux reliant les associations industrielles
- une meilleure banque de données (la banque de données de l'ICIST n'est pas jugé efficace)
- l'établissement d'une association industrielle unique à larges assises.

Résumé du Rapport sur les associations professionnelles, par J. Shapiro & Associés

Quatre associations professionnelles ont été évaluées quant à leur capacité et à leur désir de transmettre des connaissances sur les MIP. Il s'agit des associations suivantes, qui représentent divers secteurs des matériaux de pointe :

- Society for Advancement of Materials and Process Technology (SAMPE) — matériaux composites
- Society of Plastics Engineers (SPE) — matières plastiques
- Société de la métallurgie de l'Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole — métaux, alliages et composites
- Ordre des architectes de l'Ontario (OAO) — matériaux de construction.

Sur les quatre associations, deux d'entre elles — SAMPE et SPE — sont des sections canadiennes d'associations américaines alors que les

deux autres (la Société de la métallurgie et l'OAO) sont des associations canadiennes. L'une d'elle, l'OAO, est également une corporation professionnelle qui accorde des permis alors que les trois autres ont pour principale vocation de faire connaître les intérêts professionnels généraux de leurs membres.

Les quatre associations se sont toutes montrées intéressées à la diffusion de connaissances ayant trait aux matériaux industriels de pointe. Le principal objectif de la SAMPE, de la SPE et de la Société de la métallurgie est de faciliter la diffusion de la technologie qui intéresse leurs membres et toutes les trois disposent de programmes élaborés de conférences, de symposiums et de réunions mensuelles régulières axés sur cet objectif. L'énoncé de mission de l'OAO mentionne une activité analogue mais le principal objectif de l'OAO est d'accorder des permis aux architectes de l'Ontario. Le programme de perfectionnement professionnel et d'échange de technologie de l'OAO est beaucoup moins développé que celui des autres associations.

Des quatre associations, seule la SPE a été considérée comme ayant une capacité de diffusion des connaissances sur les MIP très élevée. Le programme de conférences (annuelles et régionales) et de symposiums de la SPE semble être à la fois étendu et efficace, tout comme le programme d'activités de ses sections locales affiliées. Trois sections canadiennes affiliées en Ontario, au Québec et en Alberta comptent au total plus de 1 700 adhérents et administrent un programme d'activités extrêmement dynamique qui offre aux membres de nombreuses possibilités de rencontrer les autres membres du secteur de l'industrie, du gouvernement ou des universités et d'échanger des idées sur la transformation et les applications des nouvelles matières plastiques. On organise de fréquentes visites d'usine et il existe un programme bien structuré pour former les étudiants et les inciter à s'orienter vers l'industrie des matières plastiques.

Pour ce qui est de la SAMPE, de la Société de la métallurgie et de l'OAO, on a jugé que, pour différentes raisons, leur capacité de diffuser les connaissances sur les MIP était de beaucoup inférieure à celle de la SPE. Le nombre d'adhérents de la section canadienne de la SAMPE a diminué de 30 p. 100 ces trois dernières années et a été ramené à quelque 210 personnes. Les réunions mensuelles de la section de l'Ontario n'attirent plus que de 15 à 20 membres et la section fonctionne à perte. Les sections canadiennes ne représentent que 1 p. 100 de l'ensemble des adhérents de la SAMPE tandis que dans le cas de la SPE, elles représentent encore 4,5 p. 100 de la totalité. La section de l'Ontario a besoin d'un apport de fonds et de nouveaux membres pour redresser sa situation financière.

La Société de la métallurgie donne l'impression d'être une société savante dotée d'un programme de conférences dynamique, mais à l'échelon des sections locales son programme est médiocre ou quasi inexistant. Elle n'est donc peut-être pas en mesure d'encourager de manière efficace les échanges personnels avec les universités, les pouvoirs publics et l'industrie. Il existe d'autres sociétés, les sections canadiennes d'ASM International, par exemple, qui peuvent combler cette lacune. Fait intéressant, le CRSNG soutient une nouvelle initiative de l'Université McGill visant à renforcer les liens entre l'université et l'industrie dans le domaine de la métallurgie. La portée de cette étude n'a pas permis d'effectuer un examen approfondi de l'efficacité du MettNet (Materials Engineering Technology Transfer Network) ou d'ASM International.

L'OAO n'a qu'une très brève expérience d'activités de perfectionnement professionnel et d'échange de technologie et bien qu'il semble y avoir un besoin réel en matière de diffusion de technologie sur les nouveaux matériaux et les nouvelles méthodes de construction, l'OAO n'a pas mis au point les programmes et l'infrastructure qui lui permettraient de répondre à ce

besoin. Apparemment, nul n'a suppléé ces manques. L'OAO accueillerait favorablement une certaine forme d'aide dans ce domaine.

Résumé du rapport sur « La diffusion de connaissances relatives aux MIP (des universités) aux PME canadiennes de fabrication », par C.R. Cupp

Des entrevues menées auprès de six universités et de nombreux entretiens avec des universitaires avant et pendant la rédaction de ce rapport ont permis de dégager toute une panoplie de mécanismes de diffusion et de cerner un nombre tout aussi grand d'obstacles.

La diffusion des connaissances relatives aux MIP provenant des universités repose pour une très grande part sur le réseau attaché à la personne qui, au sein de chaque université, assume le rôle de défenseur des intérêts liés aux matériaux. Dans certains cas, l'université en question mène un projet de recherche dans le cadre d'un contrat de recherche avec l'industrie, bien que la plupart de ces contrats sont établis avec des entreprises de grande envergure et visent des objectifs scientifiques à long terme. Le désir de décrocher des contrats de recherche est souvent le motif qui donne lieu à la diffusion.

Par ailleurs, dans le cas des universitaires, les exigences que leur impose l'établissement universitaire en matière de publication d'articles ou de travaux est souvent ce qui les motive et, la plupart du temps, le sujet de telles publications est de nature scientifique et encore loin des applications commerciales. Les chercheurs universitaires sont disposés à consacrer du temps à des activités liées au « service technique et à la solution de problèmes ». De telles activités constituent une forme de diffusion favorisant le développement de réseaux durables qui serviront de voies de diffusion futures.

La création de chaires industrielles, avec l'appui fréquent du CRSNG, constitue un mécanisme de diffusion mais la plupart de ceux qui en bénéficient sont de grandes entreprises.

En Ontario, des centres tels que le Centre ontarien de recherche sur les matériaux relie de nombreux centres universitaires à des projets industriels. Depuis peu, ces centres ont commencé à chercher des projets de collaboration industrielle. Cette activité de commercialisation améliora la diffusion de façon marquante.

L'obstacle principal relevé dans le rapport est l'absence générale de liens de communications entre les universitaires et les PME canadiennes.

Il existe en outre d'autres obstacles notamment : l'absence de mesures incitatives propres à encourager les échanges entre les universitaires et les PME; insensibilité aux exigences de calendrier chez les universitaires; l'absence presque totale d'échanges de personnel entre les universités et l'industrie; une mauvaise compréhension de la part de l'industrie, en particulier des PME, des avantages à entretenir des rapports avec les universitaires. Ces obstacles accentuent le fait que, concrètement, très peu de PME ont des liens sérieux avec des réseaux universitaires.

Le rapport mentionne, à titre d'exemple, un réseau mis sur pied récemment au Québec. Il s'agit du MettNet (The Materials Engineering Technology Transfer Network) soutenu par l'administration publique et l'industrie. Il se consacre à la cueillette et à la diffusion d'information et de connaissances sur les matériaux.

D'autres mécanismes qu'on pourrait exploiter pour établir des liens entre les PME et les universitaires comprennent notamment les possibilités suivantes : exploiter davantage les laboratoires fédéraux; améliorer le contenu des bases de données actuelles en ce qui touche les matériaux et en simplifier l'accès aux PME; faire participer les organismes de recherche provinciaux et les administrations provinciales aux réseaux universitaires; amener les grands fournisseurs de matériaux à participer à des ententes liées à l'enseignement pour permettre aux étudiants d'obtenir des crédits d'études supérieures en milieu industriel.

Le rapport conclut qu'une grande partie des connaissances émanant des universités demeure tout à fait inaccessibles aux PME de fabrication.

Annexe B : Rapports antérieurs sur la diffusion de la technologie

Rapport du CCNST

Le rapport de septembre 1992 établi par le Comité de l'acquisition et de la diffusion de la technologie du Conseil consultatif national des sciences et de la technologie (CCNST) et présenté au Premier ministre considérait que « l'étalement » en matière d'excellence était un moyen essentiel pour déterminer quelles techniques et quelles pratiques de gestion sont concurrentielles. Dans cette optique, le rapport recommandait que les programmes publics de soutien aient pour mandat d'aider les entreprises à créer des « étalons d'excellence » en sorte qu'elles mesurent leur rendement de façon continue par rapport à celui de leurs concurrents les plus acharnés et des entreprises les plus performantes dans leur domaine d'activité.

En outre, le rapport du CCNST recommandait que les stimulants fiscaux destinés au développement de la technologie par les entreprises canadiennes s'appliquent également aux coûts d'acquisition de la technologie. Le rapport soulignait également l'importance de développer les compétences administratives et techniques, de regrouper et de simplifier les programmes et les services publics et d'inciter les institutions financières à participer à l'adoption de la technologie dans l'industrie canadienne.

Bien que le Groupe de travail adhère aux conclusions et aux recommandations de ce rapport, il considère qu'il convient d'effectuer une évaluation portant précisément sur les questions relatives à la diffusion de la technologie dans le secteur des matériaux.

Rapport sur les défis dans le domaine des sciences, de la technologie et des compétences connexes

Un rapport du Groupe de travail sur les défis posés par les sciences, la technologie et les domaines connexes établi en 1992 dans le cadre de l'Initiative de la prospérité et intitulé *Innové pour prospérer* fait écho aux avis du rapport du CCNST et recommande les mesures suivantes :

- améliorer le climat fiscal en ce qui touche la commercialisation de nouveaux produits, procédés et services
- faciliter la diffusion et la commercialisation rapides et efficaces de la meilleure technologie dans les entreprises canadiennes et renforcer leur capacité d'assimilation de cette technologie.

Le Groupe de travail est d'accord avec ces opinions et appuie les recommandations tant au chapitre de l'amélioration du climat fiscal pour la commercialisation de la nouvelle technologie que pour ce qui est de faciliter la diffusion de la technologie dans les entreprises canadiennes. Toutefois, le Groupe de travail n'en pense pas moins qu'il convient de formuler des recommandations et des plans portant spécifiquement sur le secteur des matériaux et les MIP.

Rapport du Secteur des matériaux ouvrés

Des idées analogues sont reprises dans l'un des trois thèmes sous-jacents définis dans un rapport de juin 1992 présenté au ministre de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie et ministre du Commerce extérieur par le Secteur des matériaux ouvrés. Les auteurs du rapport, établi dans le cadre de l'Initiative de la prospérité, intitulé *Les matériaux ouvrés : Une voie d'accès à la nouvelle économie*, affirment ce qui suit :

« Nous sommes convaincus que, pour réussir, les entreprises canadiennes doivent :

- *recruter les personnes les plus talentueuses, les éduquer et les former*
- *investir dans la technologie de pointe*
- *bâtir une solide structure financière. »*

