

**Académie canadienne du génie
The Canadian Academy of Engineering**

**LA FORMATION DES INGÉNIEURS
DANS LES
UNIVERSITÉS CANADIENNES**

Ce rapport a été préparé par le groupe de travail
suivant de l'Académie

Président:	Gordon Slemon
Membres:	Wojciech Bialkowski
	Ronald Crotonino
	Roland Doré
	George Ford
	Monique Frize
	James Ham
	William James
	John Lockyer
	Martha Salcudean
	John Wilson

Approuvé par le Conseil d'administration
le 16 août 1993

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	ii
Recommandations clés	iii
1. Introduction	1
1.1 Le rôle de l'Académie dans la formation des ingénieurs	1
1.2 Le ferment actuel dans l'enseignement des sciences de l'ingénieur	1
1.3 Qu'est-ce que le génie?	3
1.4 Les objectifs de la formation en ingénierie	4
2. Le baccalauréat en ingénierie	4
2.1 La teneur des cours	6
2.2 La méthode pédagogique	7
2.2.1 La formation classique	7
2.2.2 La formation fondée sur les applications	9
2.3 Le travail d'équipe et le leadership	12
2.4 L'expérience pratique	12
2.5 La durée des programmes de baccalauréat	13
2.6 L'accréditation	14
3. Les études des cycles supérieurs et la recherche	14
3.1 Les programmes de maîtrise professionnelle	15
3.1.1 La maîtrise en conception d'ingénierie	17
3.1.2 La maîtrise en gestion d'ingénierie	18
3.1.3 La maîtrise en R-D d'ingénierie	18
3.2 Les études de doctorat en ingénierie	19
3.3 La recherche, le développement et la conception en ingénierie	20
4. L'éducation professionnelle permanente	21
4.1 Les programmes destinés aux ingénieurs stagiaires	21
4.2 La formation continue des ingénieurs à part entière	22
5. Les étapes nécessaires à la mise en oeuvre	24
5.1 Les critères et les pratiques d'évaluation	25
5.2 L'incidence de la politique de recherche	27
5.3 Les mesures incitatives et les politiques en enseignement	29
5.4 L'expérience et l'interaction du corps professoral	30
5.5 La charge de travail et l'aménagement du temps des professeurs	32
6. Les ressources à consacrer à la formation des ingénieurs	33
6.1 L'investissement public	33
6.2 Le financement par et pour les étudiants	34
7. Conclusion	36
Bibliographie	37
Recommandations	38

LA FORMATION DES INGÉNIEURS DANS LES UNIVERSITÉS CANADIENNES

RÉSUMÉ

Les perspectives d'avenir, la qualité de vie et la prospérité du Canada dépendent en grande partie de son habileté à incorporer une compétence et une intelligence supérieures, ainsi qu'une valeur ajoutée, dans ses produits et services, tout en établissant les assises nécessaires à un environnement universel durable. Les ingénieurs peuvent jouer des rôles importants dans la création d'emplois nécessitant de hautes compétences, dans l'établissement de nouvelles entreprises, dans la restructuration de procédés existants et dans le développement de nouveaux produits et services. L'excellence dans la profession repose sur l'excellence du système de formation en ingénierie au baccalauréat, aux cycles supérieurs et durant la carrière de l'ingénieur. Il nous incombe de faire en sorte qu'un tel système de formation s'adapte à ces besoins évolutifs de la société canadienne.

Le présent rapport de l'Académie canadienne du génie donne suite à un ferment croissant dans l'enseignement des sciences de l'ingénieur. Nos facultés d'ingénierie sont perçues comme étant scientifiquement pointues, selon les normes internationales, mais elles pourraient, croit-on, contribuer beaucoup plus à la formation initiale et permanente des ingénieurs, afin de leur permettre de mieux exercer leur profession au Canada. Le rapport propose une nouvelle vision de la formation en ingénierie et précise un certain nombre de nouvelles avenues et orientations pour réaliser cette vision. Ses principales recommandations portent sur les aspects suivants :

- Des programmes de baccalauréat plus intégrés et plus étendus, c'est-à-dire moins spécialisés, dans lesquels la conception et le contexte social occupent une place plus importante.
- Une interaction accrue entre les professeurs d'ingénierie et les praticiens de la profession.
- Des programmes de maîtrise professionnelle d'un an.
- Des programmes de perfectionnement plus formels à l'intention des ingénieurs stagiaires.
- Des programmes de formation continue plus formels.
- Des programmes coopératifs élargis de recherche et de développement.
- Une plus vaste expérience professionnelle chez les professeurs d'ingénierie.

Le rôle que devront assumer les ingénieurs pour assurer le bien-être futur du Canada, tel que l'entrevoit le présent rapport, nécessitera une évolution importante des cultures, des politiques et des pratiques au sein des universités, des facultés d'ingénierie, de l'industrie, des gouvernements et de la profession d'ingénieur.

RECOMMANDATIONS CLÉS

- Que les facultés d'ingénierie :
 - maintiennent la base générale de leurs programmes de baccalauréat, de façon à pouvoir inculquer aux futurs ingénieurs des qualités fondamentales de valeur et d'applicabilité durables;
 - mettent plus d'accent sur la conception, la résolution de problèmes, les incidences de l'ingénierie sur la société et l'environnement, la communication, le travail d'équipe, le leadership et l'expérience pratique;
 - offrent des programmes de maîtrise professionnelle d'un an en conception, en gestion technique, ainsi qu'en recherche et développement;
 - mettent l'accent sur les projets de recherche, de développement et de conception visant à résoudre les problèmes actuels et futurs au sein de la société canadienne et à saisir les occasions que présente et présentera celle-ci;
 - privilégient le recrutement de la majorité de leurs professeurs chez les personnes qui ont acquis quelques années d'expérience pratique en ingénierie dans l'industrie ou à l'emploi du gouvernement;
 - favorisent les liens avec l'industrie par la voie de la recherche coopérative et contractuelle, de projets de consultation et de l'emploi dans l'industrie dans le cadre des congés sabbatiques.
- Que la profession d'ingénieur au Canada :
 - appuie la mise en place à l'échelle nationale d'une période plus efficace et plus longue de formation pratique (période de quatre ans, par exemple) des ingénieurs stagiaires avant que ceux-ci ne deviennent ingénieurs à part entière;
 - instaure des programmes visant à reconnaître la participation des ingénieurs à des activités d'éducation permanente appropriées en vue d'exiger tôt ou tard une telle participation pour maintenir le droit de pratique de la profession.
- Que l'industrie canadienne :
 - accepte d'assumer sur une base permanente la responsabilité de fournir aux étudiants en ingénierie les occasions d'acquérir une expérience pratique adéquate;
 - institue des programmes de développement appropriés pour les ingénieurs stagiaires;
 - donne à ses ingénieurs les occasions, l'encouragement et l'appui nécessaires pour participer à des programmes d'éducation permanente;

- permette à ses ingénieurs praticiens hautement qualifiés de jouer un rôle majeur à titre d'enseignants dans le cadre des programmes de baccalauréat et de maîtrise professionnelle fondés sur les applications;
- favorise les liens avec les universités par la voie de la recherche et du développement coopératifs, des contrats et de la consultation.
- Que les universités :
 - maintiennent des critères de recrutement et de promotion des professeurs suffisamment larges pour tenir compte des besoins propres au domaine du génie. Ces critères devraient reconnaître de façon appropriée la compétence en enseignement, les activités de recherche et de développement, l'expérience et les réalisations professionnelles, ainsi que les services à la collectivité;
 - maintiennent des systèmes de compensations qui accordent autant d'importance à la qualité de l'enseignement qu'à celle de la recherche.
- Que les gouvernements :
 - adoptent une politique officielle qui, en allouant de façon sélective les ressources appropriées à la formation des ingénieurs, permette d'assurer en priorité l'arrivée d'un nombre adéquat de nouveaux diplômés compétents dans la profession;
 - incitent les organismes comme le CRSNG, le CNRC, les organismes provinciaux de recherche et les ministères, à établir, développer et accentuer les programmes de recherche et de développement conjoints industrie-universités;
 - mettent en place l'infrastructure appropriée nécessaire à l'éducation permanente des ingénieurs.
- Que l'Académie canadienne du génie :
 - s'engage, de concert avec les facultés d'ingénierie, les universités, l'industrie, les associations professionnelles, les sociétés techniques et les gouvernements, à promouvoir activement une formation en ingénierie de contenu et de qualité appropriés;
 - mette tout en oeuvre pour sensibiliser le public à l'importance de la profession d'ingénieur pour le bien-être du Canada et comme élément de l'infrastructure du pays, ainsi que du rôle propre à l'ingénierie, en tant que secteur d'activités distinct de celui de la science ou de la technologie.

LA FORMATION DES INGÉNIEURS DANS LES UNIVERSITÉS CANADIENNES

1. INTRODUCTION

- Le présent rapport présente, d'une part, les principes et les politiques qui, selon l'Académie canadienne du génie, devraient guider l'évolution de la formation des ingénieurs au Canada et, d'autre part, les recommandations qui devraient permettre de mettre en oeuvre ces principes et politiques.
- Ce document fait pendant au rapport intitulé «La recherche en génie dans les universités canadiennes» [1], publié par l'Académie en décembre 1991. Certaines des questions soulevées dans ce dernier rapport ont été insérées, pour des raisons de commodité, dans le présent document.

1.1 Le rôle de l'Académie dans la formation des ingénieurs

- Le Conseil canadien des ingénieurs (CCI) et le Conseil national des doyens de génie et de sciences appliquées (CNDGSA) ont rédigé un rapport sur l'«Avenir de la formation des ingénieurs au Canada» [2]. L'Académie appuie sans réserve les mesures préconisées dans ce rapport et se rallie en principe à la plupart des recommandations qu'il contient. Les recommandations sur la formation pré-universitaire sont particulièrement prisées. Le présent document de l'Académie se concentre sur la formation en ingénierie au baccalauréat, aux cycles supérieurs et durant la carrière de l'ingénieur. Nombreuses sont les recommandations du rapport du CCI-CNDGSA qui y sont développées et amplifiées.
- Les personnes qui ont la responsabilité quotidienne d'administrer la profession et les facultés d'ingénierie doivent composer avec de sérieuses limites de compétence et contraintes bureaucratiques, institutionnelles et financières. L'Académie est profondément préoccupée par l'avenir en matière de formation des ingénieurs et elle fait sien l'engagement de déterminer et de présenter les besoins de changements fondamentaux, quelles que soient les difficultés de mise en oeuvre de ces derniers. Par conséquent, l'objet du présent document est de préciser, à l'intention des universités, de l'industrie, des gouvernements et de la profession d'ingénieur, les avenues et orientations que l'Académie préconise comme lignes directrices de l'évolution future de la formation en génie.
- On sait fort bien qu'un certain nombre de recommandations faites dans le présent rapport ont déjà été appliquées dans certains établissements et que d'autres sont sur le point de l'être par les organismes appropriés. D'autre part, certaines des recommandations demanderont, de par leur nature même, des années avant d'être pleinement mises en oeuvre.

1.2 Le ferment actuel dans l'enseignement des sciences de l'ingénieur

- L'enseignement des sciences de l'ingénieur en Amérique du Nord a été marqué dans les années 1960 par des changements radicaux, par suite de nouveaux progrès scientifiques

et en grande partie des besoins perçus liés aux programmes de défense et aux programmes spatiaux. De nos jours, on est d'avis que de tels changements sont nécessaires pour accroître la compétitivité de l'industrie nord-américaine sur les marchés mondiaux et pour s'assurer, en réponse aux attentes de la population, un avenir caractérisé par un développement durable.

- Dans un document antérieur [1], l'Académie canadienne du génie a exprimé un point de vue que partagent de nombreuses personnes de l'industrie et du milieu universitaire : les facultés de génie des universités canadiennes se préoccupent trop de leurs contributions à l'ensemble des connaissances scientifiques et trop peu de la préparation des étudiants à la pratique efficace de la profession d'ingénieur au Canada. On estime que ces facultés pourraient contribuer beaucoup plus à la prospérité et au bien-être du pays en mettant davantage l'accent sur d'autres aspects de la formation et en adoptant une approche appropriée.
- Dans une allocution récente adressée à l'American Society for Engineering Education, le président du Massachusetts Institute of Technology (MIT), M. Charles M. West, a déclaré que le moment était venu de restructurer en profondeur le système de formation des ingénieurs; il faut, selon M. West, mettre plus l'accent sur la conception et la production, ainsi que sur la compétence en leadership et le travail d'équipe [3].
- Le Département de génie électrique et informatique du MIT prévoit l'établissement d'une maîtrise professionnelle (M. Eng.) de cinquième année à l'intention de la majorité des étudiants; le doctorat deviendra alors le premier grade de recherche [4].
- Selon l'auteur de l'étude «A Study of Means to Improve the Quality of Research and Education in Mechanical Engineering at Canadian Universities» [5], commandée par Industrie et Sciences Canada, la conception et la synthèse se situent au coeur de la profession d'ingénieur et sont indispensables à la compétitivité internationale de l'industrie canadienne.
- On a amorcé un projet quinquennal de réforme des programmes d'études en ingénierie aux É.-U. Des établissements de grande renommée, comme l'Université de la Californie à Berkeley, l'Université Stanford et l'Université Cornell, font partie du groupe «Synthesis Coalition» [6] affecté au projet.
- Dans son rapport récent, intitulé «Le développement du secteur de l'ingénierie» [7], le Conseil des universités du Québec recommande de mieux cerner les objectifs de formation au baccalauréat, de mettre plus d'accent sur la conception et la qualité de l'expérience professionnelle des professeurs, de privilégier les maîtrises professionnelles et d'accroître les interactions entre les professeurs et les ingénieurs praticiens.
- Dans son rapport, intitulé «Elles font une différence» [8], le Comité canadien des femmes en ingénierie demande aux facultés de génie d'élaborer des programmes d'études qui cadrent mieux avec la réalité et les besoins futurs de la société, afin d'inciter les femmes à s'inscrire en ingénierie.
- La création d'emplois constitue une priorité pour les années à venir. Les ingénieurs qui possèdent une formation et une expérience adéquates peuvent jouer un rôle important dans l'établissement de nouvelles entreprises, dans la restructuration de procédés existants et dans le développement de nouveaux produits et services.

- L'Accord de libre-échange nord-américain place le système canadien de formation en génie dans un nouveau contexte et constitue une incitation à donner une formation qui encouragera l'industrie à s'établir au Canada.
- L'industrie qui ne sait pas s'adapter à son marché perd rapidement sa raison d'être et sa clientèle. Dans le même ordre d'idées, les universités et leurs facultés de génie se placent dans une situation précaire si elles ne réagissent pas à l'évolution de leur marché.
- En raison de ce ferment croissant et des défis que doit et devra relever le Canada, il nous incombe de trouver une solution typiquement canadienne qui permette d'éliminer ces préoccupations en matière de formation des ingénieurs.

1.3 Qu'est-ce que le génie?

- La conception et la coordination de la formation des ingénieurs doivent être fondées sur une vision claire du rôle de la profession d'ingénieur. Les éléments de définition suivants sont des extraits révisés du rapport «La recherche en génie dans les universités canadiennes» [1].

«Le génie est une profession qui cherche à créer des systèmes, des procédés et des produits nouveaux ou améliorés, à servir les besoins de l'être humain tels qu'ils sont exprimés par les gens, la communauté, les gouvernements et l'industrie.»

«Son rôle principal est la conception, un art qui fait appel à l'ingéniosité, à l'imagination, aux connaissances, à la compétence, à la discipline et au jugement appuyés par l'expérience.»

«L'ingénieur doit bénéficier d'une bonne connaissance du potentiel physique des matériaux, de la logique du processus d'analyse mathématique, des principes de fonctionnement de systèmes et de procédés, des contraintes relatives aux ressources humaines, des ressources physiques et de l'économique, de la protection du public, ainsi que du contexte social et environnemental actuel et futur de la société. L'ingénieur professionnel peut se spécialiser dans un domaine de compétences donné, mais il doit également être un généraliste pour pouvoir exercer sa profession dans le monde réel.»

- La signification de l'expression «génie» est quelque peu floue dans l'esprit du public; on ne sait trop où ce domaine d'activités se situe entre ceux de la «science» et de la «technologie», des expressions plus répandues. Cela contribue à une mauvaise compréhension du rôle de la profession d'ingénieur dans la société.

RECOMMANDATION 1 : Que l'Académie canadienne du génie, de concert avec les autres groupements d'ingénieurs au Canada, concentre ses efforts en vue de sensibiliser le public à l'importance de la profession d'ingénieur pour le bien-être du Canada, ainsi qu'aux caractères propres au génie, en tant que secteur d'activités distinct de celui de la science ou de la technologie.

1.4 Les objectifs de la formation en ingénierie

- L'objectif principal de la formation des ingénieurs doit être conforme à celui de la profession d'ingénieur, c'est-à-dire de fournir à la société des services d'ingénierie de haute qualité.
- Par conséquent, le système de formation des ingénieurs doit viser avant tout à assurer la formation initiale et continue des personnes qui peuvent fournir ces services et assumer la responsabilité d'en maintenir l'efficacité.
- La recherche et le développement, en contribuant à l'acquisition de connaissances utiles pour assurer les services d'ingénierie et en créant un milieu et une collectivité propices à l'interrogation intellectuelle où l'étudiant(e) peut développer les capacités désirées, jouent un rôle très important dans la réalisation de cet objectif principal.
- Plusieurs objectifs secondaires peuvent faire partie du rôle dévolu à une faculté d'ingénierie :
 - Donner un enseignement de troisième degré, général et élargi, à contenu technologique. Nombreuses sont les personnes qui, par le passé, ont tiré avantage d'une telle formation dans l'exercice d'une autre occupation ou profession.
 - Contribuer effectivement à la formation technologique des étudiants qui complètent leur vocation dans tout un éventail de disciplines universitaires.
 - Informer le public des questions touchant l'ingénierie et le conseiller en matière de politiques à cet égard.
- Bien que ces autres objectifs soient importants, le présent rapport ne porte que sur l'objectif principal sus-mentionné.

RECOMMANDATION 2 : Que l'Académie canadienne du génie s'engage, de concert avec les facultés d'ingénierie, les universités, l'industrie, les associations professionnelles, les sociétés techniques et les gouvernements, à promouvoir activement et de façon soutenue une formation en ingénierie de contenu et de qualité appropriés.

RECOMMANDATION 3 : Que les facultés d'ingénierie acceptent, comme objectif principal, de donner une formation qui prépare les étudiants à accéder à la profession d'ingénieur.

2. LE BACCALAURÉAT EN INGÉNIERIE

- Dans les milieux de formation des ingénieurs, on ne peut espérer fabriquer des diplômés prêts à entreprendre leur carrière professionnelle sans connaître les marchés pertinents et sans tenir compte de leur évolution.
- La plupart des diplômés de premier cycle en ingénierie suivent un des trois principaux cheminements de carrière suivants : occupation d'une fonction à prédominance

technique, habituellement dans l'industrie ou au service de l'état; emploi faisant surtout appel aux qualités d'ingénieur gestionnaire, habituellement après quelques années d'expérience technique; emploi en qualité surtout de chercheur ou d'enseignant.

- Actuellement, les besoins canadiens en ingénieurs se situent principalement dans les deux premières catégories. La troisième, même si elle est relativement plus restreinte, est néanmoins d'une importance majeure à l'échelle nationale et les besoins en ingénieurs à cet égard devraient vraisemblablement augmenter. Toutes ces personnes peuvent faire un apport important à l'innovation dans l'industrie et jouer également un rôle majeur dans la préparation des futurs diplômés de nos facultés d'ingénierie.
- Les étudiants au niveau du baccalauréat ne devraient pas avoir à choisir un de ces principaux cheminements de carrière avant d'avoir eu l'occasion d'absorber les principes généraux du génie.
- Au Canada et ailleurs, les étudiants ne choisissent une discipline particulière du génie (génie civil, chimique, électrique, mécanique, etc.) qu'au début ou que durant les premières années de leurs études universitaires. Ce degré de différenciation restreint a bénéficié à la profession et à la collectivité, mais l'opportunité de cette différenciation doit être continuellement examinée.
- À la lumière des faits acquis, rares sont les diplômés qui trouvent un emploi dans leur spécialité après avoir suivi un programme de premier cycle et des cours au choix très spécialisés. Cela démontre le bien-fondé des programmes de baccalauréat à base générale. Celle-ci devrait comprendre les notions fondamentales nécessaires à la discipline, ainsi que celles sur lesquelles reposent les disciplines étroitement liées à cette dernière.
- On peut s'attendre à ce que l'évolution rapide de la technologie se poursuive. Par conséquent, la souplesse d'élaboration, l'envergure de la perspective et les possibilités de formation autonome et continue devraient constituer les principaux objectifs des programmes de baccalauréat. Le pouvoir de raisonnement holistique revêt une importance accrue pour l'ingénieur dans le monde d'aujourd'hui.
- Certaines personnes ont milité pour la mise en place de deux cheminements distincts et indépendants au niveau du baccalauréat : le premier axé sur la pratique du génie et le second fondé sur une approche hautement scientifique et menant à une carrière en recherche. On est même allé plus loin en prônant l'existence d'établissements distincts pour ces cheminements, en se fondant sur les modèles allemands de la Technische FachHochschule et de l'université technique. Ces modèles ne peuvent être transposés, à notre avis, au Canada, où la population et l'industrie sont très éparses, le nombre de facultés d'ingénierie relativement petites est élevé et les emplois en recherche sont peu nombreux.
- Un modèle qui conviendrait mieux au Canada serait celui où chaque établissement donne une formation étendue en ingénierie, au niveau du baccalauréat, avec une certaine différenciation motivée pour tenir compte des réalités locales. La formation complémentaire et la spécialisation dans les domaines techniques ou scientifiques, ou en gestion, pourraient ensuite être offertes aux cycles supérieurs dans tous les établissements ou dans certains d'entre eux, selon leur capacité, leur emplacement et leurs spécialités.

RECOMMANDATION 4 : Que les facultés d'ingénierie s'assurent d'offrir, au niveau du baccalauréat, des programmes d'ingénierie étendus, visant à donner aux étudiants une formation générale et à leur inculquer les notions fondamentales nécessaires à la discipline, ainsi que celles sur lesquelles reposent les disciplines étroitement liées à cette dernière. Il faut éviter les programmes spécialisés au niveau du baccalauréat.

2.1 La teneur des cours

- La durée des programmes de baccalauréat est de toute évidence limitée. Afin de faire une utilisation optimale de ce temps, il faut axer les programmes sur un ensemble convenu d'éléments fondamentaux (connaissances, notions, techniques, habiletés, habitudes et intuition) jugés durables à inculquer aux futurs ingénieurs. La plupart des éléments de la formation au baccalauréat que les générations antérieures d'ingénieurs jugeaient importants sont ceux qui ont perduré durant de longues carrières bien remplies. Comme exemples, il y a la compréhension physique fondamentale, la sensibilité au contexte et la faculté et l'enthousiasme d'apprentissage.
- On sait fort bien que la durée de vie de la plupart des informations techniques est courte et diminue de plus en plus. Par conséquent, l'inclusion d'informations spécifiques dans les cours devrait être fondée principalement sur l'apport de celles-ci à l'inculcation d'une notion, d'une habitude, d'un mode de pensée, de l'intuition, ainsi que de la capacité d'utiliser et d'appliquer des connaissances de façon utile et responsable.
- Les cours de génie sont établis par des professeurs qui ne sont pas fondamentalement des ingénieurs praticiens. Il faut donc que les professeurs établissent et maintiennent des moyens suffisants pour obtenir sur une base continue des intrants significatifs de la part des praticiens du génie, c'est-à-dire les personnes en mesure d'exprimer les besoins actuels et futurs de l'utilisateur du marché.
- Il faut que la structure des cours permette de traiter du contexte social et environnemental du génie, tant de ses aspects positifs que de ses répercussions négatives. Ces notions devraient être insérées dans de nombreux cours et viser à faire comprendre le rôle de l'ingénieur comme intervenant générateur de la prospérité nécessaire au maintien de la qualité de vie.
- Les cours de baccalauréat doivent permettre à l'étudiant d'entreprendre au moins un travail de conception d'envergure. Ce travail doit reposer sur de larges assises, c'est-à-dire que son exécution doit faire appel à des considérations d'économie, de sécurité, de fiabilité, d'aptitude à la fabrication, de maintenabilité, ainsi que d'impact environnemental et social.

RECOMMANDATION 5 : Que les cours du baccalauréat soient axés sur l'inculcation des qualités fondamentales (connaissances, notions, techniques, habiletés, habitudes et intuition) jugés durables et d'applicabilité pérenne. Vu la courte durée de vie de la plupart des informations techniques, l'inclusion d'informations spécifiques dans les cours devrait être fondée principalement sur l'apport de celles-ci à l'acquisition des qualités fondamentales sus-mentionnées.

- RECOMMANDATION 6 : Que les facultés d'ingénierie établissent et maintiennent des moyens suffisants pour obtenir sur une base continue des intrants significatifs de la part des praticiens du génie, c'est-à-dire les personnes en mesure d'exprimer les besoins du marché.
- RECOMMANDATION 7 : Que les cours permettent de traiter du contexte social et environnemental du génie, tant de ses aspects positifs que de ses répercussions négatives.
- RECOMMANDATION 8 : Que les cours permettent à l'étudiant d'entreprendre au moins un travail de conception d'envergure. Il faut choisir un travail qui mette l'accent sur une approche holistique.

2.2 La méthode pédagogique

- La méthode scientifique avec laquelle le programme est donné est beaucoup plus importante que le contenu informationnel détaillé de ce dernier. Les descriptions dans l'annuaire devraient faire état des objectifs éducatifs visés, en plus du contenu informationnel de chaque cours.

2.2.1 La formation classique

- La formation classique en ingénierie a pratiquement toujours revêtu une configuration linéaire, caractérisée par les mathématiques et les sciences fondamentales dans les premières années, suivies des sciences de l'ingénieur, puis des matières facultatives propres aux différentes spécialités du génie. Les cours non techniques complémentaires en arts et en sciences humaines et sociales sont habituellement répartis sur la durée du programme. L'étudiant doit normalement rédiger un mémoire ou réaliser un projet de conception d'envergure durant la dernière année du baccalauréat.
- Il y a plusieurs avantages à cette formation classique :
 - elle est connue de tout le monde;
 - elle semble logique et sa configuration linéaire est attrayante;
 - elle permet un contact entre les étudiants et les mathématiciens et spécialistes des sciences pures;
 - elle permet aux professeurs de génie d'exercer leurs activités dans les matières qu'ils connaissent bien;
 - elle permet de quantifier facilement, aux fins de l'accréditation du programme, le temps consacré aux différents aspects de celui-ci.
- D'autre part, la formation classique comporte plusieurs désavantages :
 - les matières enseignées sont souvent très compartimentées;

- on a tendance à mettre l'accent sur le contenu informationnel détaillé de chaque matière. Il n'est pas rare que les examens encouragent et récompensent la connaissance d'un tel contenu;
 - l'intégration des éléments enseignés nécessaire à l'apprentissage de la conception n'étant prévue dans aucun des cours, on a tendance à l'ignorer;
 - les éléments qui se rapportent à la conception dans les différentes matières sont souvent très spécialisés, de nature limitée. Le travail de mémoire ou de conception d'envergure de fin d'études est malheureusement souvent caractérisé par une telle spécialisation;
 - la formation classique mène souvent à la spécialisation des membres du corps professoral, au point où ceux-ci ne se sentent aptes qu'à enseigner une gamme étroite de matières du programme;
 - les professeurs n'affichant pas la largeur de vues et la polyvalence qui devraient caractériser la pratique du génie, leur valeur en tant que modèles de comportement pour les étudiants du baccalauréat est diminuée. Sans trop savoir comment, on s'attend à ce que l'étudiant assimile tout ce qu'on lui a enseigné, même si ses rapports avec les professeurs portent à croire qu'une telle assimilation n'est pas nécessaire;
 - les cours non techniques complémentaires sont souvent considérés par les étudiants et le corps professoral comme visant à satisfaire des exigences imposées de l'extérieur; on est d'avis que ces cours sont certes valables pour accroître la formation générale de l'étudiant, mais qu'ils ne cadrent pas dans les grandes lignes directrices du programme de génie. Dans la plupart des cas, la responsabilité d'incorporer le contenu non technique du programme dans le processus de conception n'incombe à personne;
 - en attendant longtemps avant d'aborder les véritables questions d'ingénierie, on diminue l'intérêt initial des nouveaux étudiants pour la profession.
- Les programmes classiques de formation, de par leur nature, entraînent souvent un cloisonnement rigide des matières qui relèvent de certains départements ou de groupes particuliers au sein d'un département. Par exemple, la politique relative aux mathématiques et la matière enseignée dans ce domaine relèvent souvent exclusivement du département de mathématiques. Comme résultat, il se peut que certaines des notions et des techniques mathématiques enseignées ne soient plus jamais appliquées dans le cadre d'études subséquentes et ne soient pratiquement d'aucune utilité pour le diplômé.
 - Les logiciels ont eu un impact majeur sur la pratique du génie. Par contre, en raison d'une pénurie de didacticiels appropriés, l'informatique a malheureusement peu contribué à ce jour à l'enseignement de la plupart des matières de base des programmes de génie. La manque d'installations d'informatique a certainement contribué par moments à cette pénurie, mais celle-ci est le résultat en grande partie du fait que les professeurs sont beaucoup moins récompensés pour créer, éprouver et produire des didacticiels que pour exercer d'autres activités.

- Le contenu des programmes de génie actuels est souvent dicté par les impératifs de recherche du corps professoral. Trop souvent constate-t-on que des éléments en font partie parce que les professeurs les jugent nécessaires dans leurs domaines de recherche particuliers. Il vont même jusqu'à exercer des pressions pour que des matières facultatives spécialisées soient incluses dans le programme du baccalauréat, de façon à mieux préparer les candidats aux cycles supérieurs à leurs activités de recherche. Cela a pour résultat de limiter le temps qui peut être consacré à l'élaboration appropriée des notions de base et des principes de la conception.

2.2.2 La formation fondée sur les applications

- La formation des ingénieurs devrait être conditionnée par certains des principaux facteurs qui influent sur la pratique actuelle du génie :
 - l'explosion des connaissances et de la technologie de l'information;
 - la nature de plus en plus interdisciplinaire de la plupart des initiatives techniques;
 - le rôle dominant des petites entreprises en matière de création de nouveaux emplois nécessitant des personnes hautement qualifiées;
 - la mondialisation des marchés.

Afin de permettre aux étudiants de relever ces défis, il faut élargir leurs horizons et leur apprendre à améliorer leur processus d'apprentissage.

- L'intégration des notions et de la matière du programme devrait ressortir de chaque exposé.
- Les professeurs doyens de génie, c'est-à-dire ceux qui possèdent une vaste expérience pratique, sont les plus compétents pour enseigner les matières fondamentales du programme dans un cadre d'intégration.
- La conception est l'essence même du génie. Elle doit donc être omniprésente durant toutes les études du premier cycle.
- La conception en ingénierie devrait être interprétée dans son sens large, c'est-à-dire celui d'un processus de planification et d'action qui répond aux exigences d'un travail de génie avec un niveau de performance et de qualité acceptable. Dans le présent document, l'expression englobe tous les aspects des processus de formulation de problèmes, de résolution de problèmes, d'optimisation de prise de décisions et d'évaluation des incidences sur l'utilisateur, la société et l'environnement. Elle comprend la conception des procédés de fabrication, de production, de marketing et d'entretien, la conception d'un programme expérimental et la conception de la structure opérationnelle d'une entreprise. Dans certains contextes, conception en ingénierie se traduit par approche systémique.
- Il est possible d'introduire sur une base continue des exercices de conception tirés de l'expérience pratique en génie dans le programme d'ingénierie au niveau du baccalauréat, y compris des exemples appropriés dans les exposés élémentaires en mathématiques et en sciences fondamentales.

- La présentation hâtive d'exemples de conception simples peut contribuer à illustrer des attributs élémentaires propres à l'ingénieur, comme l'intuition physique, la perspicacité scientifique et la capacité d'optimisation. Ces exercices de conception pourvoient à une gamme étendue de modes d'apprentissage et constituent des éléments de motivation précieux.
- Les personnes qui enseignent les principes scientifiques élémentaires aux futurs ingénieurs devraient être des spécialistes de la concrétisation de ces principes par des exemples probants. Il arrive que de telles personnes soient membres des départements de mathématiques, de physique ou de chimie, mais c'est surtout dans les facultés d'ingénierie qu'on les trouve.
- Dans la partie réservée aux sciences de l'ingénieur du programme actuel, on met beaucoup l'accent sur les principes et les méthodes analytiques. Il faudrait y incorporer également une bonne introduction aux principes de la modélisation, c.-à-d. l'établissement à partir d'une situation réelle d'un modèle analytique dont la complexité est adaptée aux besoins particuliers de l'exercice.
- L'objectif des matières facultatives du programme au niveau du baccalauréat ne devrait pas être de former des spécialistes, mais bien de permettre aux étudiants d'acquérir certaines des habiletés nécessaires pour se spécialiser le moment venu.
- L'aptitude à rechercher des informations spéciales revêt une importance particulière. Il faut donc élaborer les exercices de conception de façon à permettre à l'étudiant de développer cette aptitude. Il faut que celui-ci apprenne à utiliser les outils permettant l'accès à l'information, les bibliothèques, les revues scientifiques, les bases de données informatiques, les normes et les autres sources d'informations. Il est important que les étudiants développent l'habileté, la confiance et le désir nécessaires pour obtenir et évaluer les informations et les conseils dont ils ont besoin dans les autres disciplines, que ceux-ci soient de nature technique, sociale, juridique, financière ou commerciale.
- La capacité de communiquer avec efficacité est une autre aptitude importante à acquérir par l'étudiant. Les exercices de conception constituent d'excellentes occasions pour développer cette capacité au moyen de rapports écrits, d'exposés des résultats de conception à des groupes de pairs et d'instructeurs et de périodes subséquentes d'échange avec ceux-ci.
- On ne peut espérer donner des exemples de conception utiles et de notre temps sans interactions efficaces entre les professeurs de génie, ingénieurs praticiens et autres professionnels. Il faut également disposer des ressources nécessaires pour adapter le sujet au contexte des études de baccalauréat.
- Une des façons de développer les compétences de conception en ingénierie chez les étudiants consiste à utiliser la méthode d'étude de cas, tel qu'on l'utilise couramment dans les études commerciales et de gestion. Il est préférable, semble-t-il, de placer les études approfondies de cas en dernière année. Toutefois, rien n'empêche d'utiliser les études de cas de faible envergure plus tôt dans le programme. Les études de cas devraient porter sur les erreurs, les écarts et les accidents de conception, ainsi que sur les réussites à cet égard.

- La formation des ingénieurs fondée sur la conception, par sa nature même, exige que les problèmes soumis aux étudiants soient souvent réels, c'est-à-dire caractérisés par une insuffisance ou une redondance d'informations et nécessitant une certaine perspicacité pour arriver à la solution.

RECOMMANDATION 9 : Que la conception et la didactique de chaque programme d'ingénierie soient fondées sur les applications, dans un contexte d'intégration des notions élémentaires de mathématiques, de sciences physiques, de sciences de l'ingénieur et d'analyse et de leur utilisation en modélisation, en résolution de problèmes, en optimisation et au moment de porter des jugements propres à l'ingénieur.

RECOMMANDATION 10 : Qu'on assigne aux professeurs doyens de génie, c'est-à-dire ceux qui possèdent une vaste expérience pratique, la tâche d'enseigner les matières fondamentales du programme dans un cadre d'intégration.

RECOMMANDATION 11 : Que les facultés d'ingénierie consacrent les ressources nécessaires à l'utilisation pédagogique d'exemples de conception utiles et de notre temps. Il faut à cet égard maintenir des interactions efficaces entre les professeurs et les ingénieurs praticiens et allouer les moyens nécessaires pour adapter les exemples au contexte des études de baccalauréat.

RECOMMANDATION 12 : Que les exercices de conception soient structurés de façon à permettre aux étudiants de développer l'aptitude à rechercher les informations appropriées aux bibliothèques, ainsi que dans les revues scientifiques, les normes, les bases de données informatiques et les sources de nature différente.

RECOMMANDATION 13 : Que les programmes soient structurés de façon à accorder plus de place à l'acquisition de la capacité de communiquer avec efficacité par les étudiants, au moyen de rapports écrits, d'exposés des résultats de conception à des groupes de pairs et d'instructeurs et de périodes subséquentes d'échange avec ceux-ci.

RECOMMANDATION 14 : Que les professeurs songent à accorder plus de place à la méthode d'étude de cas dans leur enseignement des matières du génie.

RECOMMANDATION 15 : Que l'Académie canadienne du génie joue un rôle prépondérant dans l'établissement d'un réseau de demande, de préparation et de diffusion d'études de cas, notamment d'origine canadienne, dans le domaine du génie, qui pourraient être utilisées dans les programmes de formation des ingénieurs.

2.3 Le travail d'équipe et le leadership

- Dans l'exercice de leur profession, les ingénieurs travaillent normalement en équipes où existe une complémentarité d'aptitudes, de savoir-faire et de spécialités. Les membres des équipes ont des acquis et des habiletés différents et apprennent beaucoup entre eux.
- Il est possible d'enseigner les principes du leadership et de développer les qualités de leadership au moyen de travaux en équipe avec encadrement durant le programme de premier cycle.
- Les grands effectifs de classe et les méthodes d'évaluation impersonnelles qui caractérisent maintenant la plupart des programmes préliminaires de formation des ingénieurs mènent à des attitudes et à un comportement très concurrentiels chez les étudiants. Bien que la concurrence constitue une réalité du monde pour lequel on prépare les étudiants, il ne faut pas la privilégier aux dépens de l'efficacité de la formation au baccalauréat.
- Dans le but d'évaluer le rendement individuel de chaque étudiant, on favorise peu la résolution des problèmes en groupes. Pourtant, on possède des exemples d'évaluations de groupe fructueuses au Canada.
- Pourvu que l'environnement soit relativement non concurrentiel au sein de l'équipe d'étudiants, ceux-ci peuvent s'entraider et contribuer mutuellement à leur formation. D'ailleurs, l'enseignement d'une matière n'est-il pas un des meilleurs moyens de la maîtriser. Il a été établi que les méthodes d'apprentissage réciproque sont très efficaces.
- L'affectation d'un projet de conception d'envergure à une équipe est un excellent moyen de développer les qualités de collaboration et de leadership. L'équipe n'est que plus efficace si elle compte des étudiants qui ont atteint divers stades de la formation de premier cycle et qui proviennent de différentes disciplines du génie.

RECOMMANDATION 16 : Que le programme de premier cycle soit conçu pour développer les qualités de travail d'équipe et de leadership par des activités d'apprentissage réciproque.

2.4 L'expérience pratique

- Les contacts avec le milieu où se pratique le génie sont d'une importance capitale pour le développement adéquat de l'étudiant de premier cycle en ingénierie.
- Chaque programme de baccalauréat en génie devrait permettre et même exiger l'acquisition d'une expérience pratique par des emplois d'été, des programmes d'enseignement coopératif ou des programmes de stages de 12 à 16 mois.
- L'industrie canadienne devrait assumer la responsabilité de fournir aux étudiants du baccalauréat en ingénierie la possibilité d'acquérir une telle expérience pratique.
- Il serait particulièrement avantageux de donner l'occasion aux étudiants du premier cycle en génie de voyager et de résider ailleurs au Canada durant cette période de familiarisation avec la pratique, l'objectif étant d'élargir les horizons et de promouvoir l'unité canadienne.

- Vu l'importance du commerce international pour le Canada, il faudrait donner l'occasion à bon nombre d'étudiants du baccalauréat en ingénierie d'acquérir de l'expérience à l'étranger. La facilité d'expression en français et en anglais devrait être la norme pour les ingénieurs canadiens; le développement des compétences en langues étrangères devrait également être favorisé.

RECOMMANDATION 17 : Que chaque programme de baccalauréat en génie permette et exige même l'acquisition d'une expérience pratique.

RECOMMANDATION 18 : Que l'industrie canadienne accepte d'assumer graduellement et collectivement sur une base permanente la responsabilité de fournir aux étudiants du baccalauréat en ingénierie la possibilité d'acquérir une expérience pratique adéquate.

RECOMMANDATION 19 : Que l'industrie et les gouvernements prennent des mesures visant à inciter les étudiants en génie à acquérir de l'expérience dans diverses régions du pays et à l'étranger.

2.5 La durée des programmes de baccalauréat

- Le programme de baccalauréat de 4 ou 5 ans, constitué de huit étapes d'enseignement formel de 4 mois et de périodes appropriées de formation pratique, permet pour le moment aux nouveaux diplômés de répondre aux exigences immédiates de la majorité des emplois qui leur sont offerts.
- L'expérience démontre qu'un tel programme d'enseignement formel de 32 mois permet aux étudiants d'assimiler les notions, les attitudes, les habiletés et les habitudes qui constituent les qualités permanentes les plus importantes chez l'ingénieur.
- Ce programme, suivi d'une expérience de travail appropriée dans l'industrie et d'une éducation permanente supplémentaire, devrait permettre à nombre de diplômés, du moins pour le proche avenir, d'obtenir les titres et qualités de membre de la profession d'ingénieur.
- Les mesures proposées dans le présent rapport, à savoir d'élargir la base générale du programme de baccalauréat et de mettre plus d'accent sur la conception, auront pour résultat de limiter la quantité de matière de niveau avancé que peut comprendre le programme de premier cycle de durée actuelle. La prolongation de chaque étape d'enseignement formel ne constitue pas vraiment une solution valable, car elle aurait comme conséquence de réduire la possibilité d'acquérir une expérience pratique durant les études de premier cycle. Il n'est pas pratique d'ajouter une année aux programmes de baccalauréat en génie, car cela exigerait une augmentation importante des ressources nécessaires.
- Plus le génie deviendra holistique de nature et évolué, plus la demande augmentera pour des diplômés possédant une éducation plus formelle que celle qui peut être donnée à l'intérieur des contraintes de temps actuelles. À notre avis, on doit inscrire l'évolution de la formation des ingénieurs au Canada dans un cadre souple, c'est-à-dire conserver les programmes actuels de baccalauréat en génie, sans modifier leur durée, puis donner accès à un nombre croissant de diplômés du premier cycle à un ensemble de

programmes de maîtrise professionnelle d'un an. La section 3 du présent rapport traite de ces programmes.

RECOMMANDATION 20 : Que la durée (32 mois d'enseignement formel) des programmes actuels de premier cycle menant au diplôme de bachelier en génie ne soit pas modifiée.

2.6 L'accréditation

- Les critères d'accréditation des programmes canadiens d'études de premier cycle en génie du Bureau canadien d'accréditation des programmes d'ingénierie (BCAPI) du CCI comprennent les exigences suivantes : l'équivalent d'une étape de sciences fondamentales, d'une étape de mathématiques, de quatre étapes de sciences de l'ingénieur et de conception en ingénierie, dont au moins une consacrée aux sciences de l'ingénieur et une à la conception, et d'une étape de sciences humaines et sociales. Chaque étape comprend une période d'environ 13 semaines de cours et le temps nécessaire aux examens; elle s'étend sur environ 4 mois.
- Bien que les exigences de contenu et de répartition des étapes des programmes soient appropriées, l'importance indue accordée aux critères numériques de temps par les équipes d'accréditation ou les facultés d'ingénierie peut avoir une influence modératrice sur l'intégration convenable des sciences, des mathématiques et des aspects de la résolution de problèmes, ainsi que des questions sociales et environnementales connexes, à une didactique axée sur la conception.
- Dans les descriptions de programmes et de cours, on met habituellement l'accent sur le contenu informationnel de ces derniers aux dépens des objectifs éducatifs à atteindre. Le processus d'accréditation devrait porter beaucoup plus sur des exigences de réalisation des objectifs éducatifs recherchés chez les étudiants que sur des exigences de conformité de contenu.

RECOMMANDATION 21 : Que le Bureau canadien d'accréditation des programmes d'ingénierie mette avant tout l'accent sur des critères d'accréditation fondés sur des exigences de compétence du corps professoral, de qualité de l'environnement d'apprentissage et de niveau des qualités, des aptitudes et des connaissances acquis par les étudiants du premier cycle en génie. Les exigences de conformité de composition des programmes devraient être conservées, mais revêtir une importance secondaire.

3. LES ÉTUDES DES CYCLES SUPÉRIEURS ET LA RECHERCHE

- Dans un monde où les activités de génie impliquent des développements techniques de plus en plus complexes et exigent que l'on se préoccupe plus des questions sociales, économiques et environnementales, on peut s'attendre à ce que l'obtention du diplôme de baccalauréat après quatre années d'études, suivie de deux années d'expérience pratique, devienne insuffisante pour obtenir les titres et qualités d'ingénieur et acquérir les compétences recherchées en génie. Nombreux seront les étudiants qui nécessiteront une éducation formelle plus longue pour atteindre un niveau de compétences leur permettant d'occuper un poste à plein temps en génie.

- La prospérité future du Canada devra être assurée en grande partie par l'établissement de nouvelles industries axées sur l'exploitation de nouvelles technologies naissantes et de nouveaux marchés. Nombre de ces industries de petite et de moyenne taille ne seront pas en mesure de contribuer au supplément de formation spécialisée, de perfectionnement et de développement des compétences que doivent posséder les nouveaux diplômés pour être engagés.
- Un des principaux objectifs des programmes des cycles supérieurs devrait être de former des personnes en mesure de contribuer à l'établissement et à la croissance des entreprises de type commercial dont dépend la société pour la création de nouveaux emplois nécessitant de hautes compétences et la mise en place de nouveaux facteurs de prospérité.
- Actuellement, la majorité des étudiants aux études de deuxième cycle en ingénierie au Canada sont inscrits à des programmes axés sur la recherche. Plusieurs facteurs sont à l'origine de cette situation : les bourses dont peuvent profiter les étudiants qui s'inscrivent à ces programmes, le financement de la recherche effectuée par les professeurs de génie, y compris le soutien financier aux étudiants de deuxième cycle qui participent à cette recherche, l'exigence voulant que les études de maîtrise avec recherche précèdent les études de doctorat, et l'image que l'on se fait de la maîtrise avec recherche, à savoir qu'elle est supérieure à une maîtrise professionnelle.
- Malgré leur nombre restreint, les diplômés de ces maîtrises avec recherche ont fait un apport important à la profession d'ingénieur et à l'industrie. Leur participation à un projet de recherche sous la direction d'un maître a constitué pour eux une occasion unique d'accroître leur développement intellectuel. Par contre, nombreux sont ces programmes de maîtrise qui se sont prolongés sur 5 à 6 étapes normales de cours, en raison de l'ampleur démesurée du projet de recherche.

3.1 Les programmes de maîtrise professionnelle

- Les facultés canadiennes d'ingénierie devraient projeter d'offrir un ensemble de programmes de maîtrise professionnelle, chacun d'entre eux d'une durée d'environ 3 étapes normales de cours ou l'équivalent d'une année civile d'études à temps complet.
- Ces programmes devraient être conçus de façon à répondre aux besoins propres aux principaux cheminements de carrière que peuvent emprunter les diplômés du baccalauréat : la conception et la fabrication, la gestion et la recherche et le développement dans le secteur du génie. Certaines universités pourraient établir des programmes de maîtrise professionnelle qui répondent aux besoins particuliers de secteurs importants de l'industrie canadienne.
- Chaque programme de maîtrise professionnelle devrait permettre de donner une formation étendue, un bon nombre d'entre eux étant de nature interdisciplinaire.
- Chacun de ces programmes devrait comporter un degré similaire de difficulté intellectuelle.
- Les exigences d'admission à cette maîtrise professionnelle ne devraient pas varier d'un programme à l'autre et devraient être similaires à celles des autres programmes professionnels universitaires, comme ceux que l'on retrouve en gestion et en droit.

- Avec la mise en place de ces programmes de maîtrise et l'évolution progressive de l'industrie, on s'attend à ce qu'une majorité des diplômés en génie s'inscrivent à la maîtrise dès qu'ils auront obtenu leur diplôme ou après avoir acquis une certaine expérience pratique.
- En temps et lieu, à mesure que la proportion des diplômés obtenant une maîtrise augmente, on pourra peut-être faire de l'obtention d'un diplôme de maîtrise professionnelle une condition pour devenir ingénieur à part entière.
- Il faut faire en sorte que les étudiants trouvent opportun de s'inscrire à ces programmes de maîtrise à une phase de leur carrière où l'expérience constitue pour eux un atout précieux. L'idéal, pour un programme en gestion d'ingénierie, serait peut-être d'attendre environ cinq ans et plus après l'obtention du diplôme de baccalauréat pour s'inscrire. L'inscription à la maîtrise en conception d'ingénierie pourrait se faire dès que les études de premier cycle sont terminés ou après une période d'expérience industrielle. Quant aux programmes de maîtrise en recherche, il est souvent opportun de s'y inscrire immédiatement après avoir obtenu son diplôme de baccalauréat.
- Afin de répondre aux besoins des ingénieurs qui travaillent dans l'industrie, on devrait faire en sorte que les cours de ces programmes de maîtrise puissent être suivis à temps partiel, en les donnant sur des courtes périodes de quelques semaines ou tard l'après-midi, dans la soirée, durant les fins de semaine, ou sous la forme de cours de courte durée. Dans certaines localités, il sera peut-être opportun de donner les cours dans un local industriel convenable plutôt qu'à l'université.
- Il pourra s'avérer souhaitable, dans certaines institutions, de mettre en place des programmes de baccalauréat et de maîtrise combinés, intégrant le contenu de la maîtrise professionnelle aux études du premier cycle.

RECOMMANDATION 22 : Que les facultés d'ingénierie canadiennes restructurent leurs études des cycles supérieurs de façon à établir des programmes de maîtrise professionnelle appropriés ou à étoffer les programmes de maîtrise professionnelle valables déjà en place.

RECOMMANDATION 23 : Que chaque programme de maîtrise professionnelle soit conçu de façon à répondre aux besoins propres aux principaux cheminements de carrière que peuvent emprunter les diplômés du baccalauréat : la conception et la fabrication, la gestion et la recherche et le développement dans le secteur du génie. Certains programmes pourront être axés sur les besoins d'un secteur particulier de l'industrie canadienne.

RECOMMANDATION 24 : Que la durée de chaque programme de maîtrise professionnelle soit d'environ trois étapes normales de cours ou une année civile.

RECOMMANDATION 25 : Que chacun des programmes de maîtrise professionnelle comporte un degré similaire de difficulté intellectuelle.

RECOMMANDATION 26 : Que les dispositions de soutien et de financement de ces programmes de maîtrise professionnelle soient telles que les étudiants trouvent opportun de s'y inscrire au moment où l'expérience constitue pour eux un atout précieux. En outre, il faudrait faciliter l'accès des étudiants à temps partiel aux programmes.

RECOMMANDATION 27 : Qu'au moment de concevoir les programmes de maîtrise professionnelle, on mette l'accent sur la formation de diplômés en génie qui posséderont les qualités et le potentiel nécessaires pour apporter une contribution majeure à l'établissement de nouvelles entreprises, à la restructuration de procédés existants et au développement de nouveaux produits et services.

3.1.1 La maîtrise en conception d'ingénierie

- Dans ce contexte, l'expression «conception d'ingénierie» devrait être interprétée dans un sens très large, de façon à inclure les cours et les projets de conception, de fabrication, de production, d'exploitation et d'entretien liés aux procédés, aux dispositifs ou aux systèmes.
- Les diplômés de nos programmes actuels de baccalauréat en génie de quatre ans ne sont pas suffisamment préparés pour répondre aux besoins de nombreuses industries. C'est surtout le cas pour les industries de technologie de pointe de petite et de moyenne taille qui ne disposent que de moyens de formation et de services pédagogiques internes limités.
- La mise en place des mesures d'élargissement des programmes de formation du premier cycle aura pour effet d'accroître la nécessité de donner une éducation formelle supplémentaire en technologies spécialisées.
- Il faudrait prévoir de donner une place considérable aux ingénieurs praticiens à titre d'enseignants dans ces programmes de maîtrise. Les professeurs auxiliaires de génie peuvent jouer un rôle important en supervisant les projets de conception et en participant à l'enseignement de la méthodologie et des spécialités de conception.

RECOMMANDATION 28 : Que les facultés d'ingénierie élaborent et offrent des programmes de maîtrise professionnelle d'un an en gestion d'ingénierie qui soient adaptés à leurs programmes de baccalauréat révisés, en prenant soin d'interpréter l'expression «conception» dans un sens très large, de façon à inclure les cours de spécialités techniques de niveau avancé et les projets de conception, de fabrication, de production, d'exploitation et d'entretien liés aux procédés, aux dispositifs ou aux systèmes.

RECOMMANDATION 29 : Que les ingénieurs praticiens hautement qualifiés jouent un rôle majeur à titre d'enseignants dans les programmes de maîtrise axés sur la conception.

3.1.2 La maîtrise en gestion d'ingénierie

- En gestion d'ingénierie, on allie les disciplines du génie et de la gestion de façon à pouvoir planifier et mettre en oeuvre les moyens technologiques nécessaires à la réalisation des objectifs d'une organisation. On intègre la technologie propre à une activité à la gestion de celle-ci.
- Nombreux sont les ingénieurs qui, par le passé, ont entrepris des études de maîtrise en administration des affaires (MBA), souvent après avoir été sur le marché du travail durant quelques années et au moment où ils devaient assumer certaines responsabilités de gestion. Plusieurs dans l'industrie croient qu'un programme de cycle supérieur de moins longue durée que la MBA de deux ans, composé de matières relevant du domaine de la gestion et de matières techniques propres à l'exercice du génie dans l'industrie, permettrait de répondre convenablement et même mieux aux besoins de nombreux ingénieurs.
- À la lumière des résultats qu'ont donnés plusieurs programmes de baccalauréat de 5 ans alliant une discipline du génie à la gestion, on est maintenant plus en mesure de se prononcer sur la façon de satisfaire les attentes de ce marché. Vu l'élargissement des programmes de premier cycle proposé et l'augmentation anticipée du nombre d'ingénieurs qui désireront faire des études de gestion quelque temps après avoir obtenu un premier emploi, on estime qu'un programme de deuxième cycle d'un an constitue un moyen efficace pour donner une formation en gestion d'ingénierie.
- Une étroite collaboration entre les professeurs de génie et les professeurs de gestion sera nécessaire pour établir et donner le contenu de ces programmes en gestion d'ingénierie. Cette collaboration devrait également contribuer à élargir les horizons des professeurs des deux disciplines.
- Il faudrait porter une attention spéciale à l'intégration de cours de langues étrangères à ces programmes.
- Le programme de chaires en gestion des changements technologiques, établi conjointement en 1989 par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, de concert avec l'industrie, constitue une initiative et une ressource importantes auxquelles on peut faire appel pour mettre en place le programme de maîtrise professionnelle en gestion d'ingénierie.

RECOMMANDATION 30 : Que les facultés d'ingénierie et les facultés de gestion unissent leurs efforts pour établir et donner le contenu de programmes de maîtrise professionnelle d'un an en gestion d'ingénierie.

3.1.3 La maîtrise en recherche et développement d'ingénierie

- Ce programme allie des cours en technologies de pointe et des activités visant à acquérir une certaine expérience en recherche, tout en conservant l'étendue de contenu caractéristique des études de maîtrise professionnelle.

- Avec l'élargissement proposé des programmes de premier cycle, certaines des matières spécialisées des programmes de baccalauréat actuels pourront être abordées dans ce programme de maîtrise professionnelle.
- Il s'agit d'un programme qui convient très bien aux étudiants qui envisagent une carrière axée sur la recherche dans l'industrie, dans un laboratoire de recherche spécialisé ou dans l'enseignement supérieur. Il sert également de terrain d'essai en vue d'études subséquentes de doctorat.
- L'objet de ce programme, même s'il contribue à initier l'étudiant à la recherche en génie, n'est pas de former un chercheur libre. On recommande de faire du doctorat le premier grade entièrement fondé sur la recherche.

RECOMMANDATION 31 : Qu'on continue d'offrir des programmes de deuxième cycle axés sur la recherche et le développement, mais que ceux-ci soient conçus de façon à pouvoir être complétés à l'intérieur d'environ 3 étapes normales de cours ou une année d'études à plein temps.

3.2 Les études de doctorat en ingénierie

- Le doctorat est le grade universitaire le plus élevé en génie. En principe, les études de doctorat devraient permettre de développer toute la dimension de l'esprit pratique novateur chez le diplômé qui allie une forte capacité de compréhension scientifique à une grande habileté en recherche.
- De nos jours, nombreuses sont les thèses de doctorat en génie, analytiques ou expérimentales, qui sont très spécialisées et dont le champ d'application est très étroit. On consacre tous ses efforts à accroître le bagage de connaissances. Les thèses qui sont fondées sur la synthèse ou sur la conception, qui visent à découvrir ou à élaborer de nouveaux principes opérationnels d'application des connaissances existantes dans un contexte holistique complexe, sont moins fréquentes.
- Les objectifs des programmes de doctorat en ingénierie devraient être non seulement de permettre à l'étudiant de contribuer de façon novatrice et significative aux connaissances dans le domaine, mais bien de lui faire acquérir les qualités supérieures de synthèse, d'innovation, d'objectivité technique, de sensibilisation sociale et économique et de leadership. Dans le but de faire ressortir ces objectifs, certains établissements pourraient songer à adopter le sigle D.Eng. (docteur ingénieur) pour désigner le grade accordé.
- Il faut exiger des étudiants de doctorat qu'ils comprennent tous les aspects du processus de précision et de résolution du problème, de négociation des ententes de collaboration en ce qui touche les contributions, de conception et d'exécution des expériences, et d'application des résultats, y compris les questions de propriété intellectuelle liées au transfert de technologie de l'université à l'industrie.
- De façon générale, tous les étudiants ayant obtenu une maîtrise professionnelle devraient pouvoir s'inscrire directement à un programme de doctorat en ingénierie. Aucune expérience préalable en recherche ne devrait être exigée.
- La plupart des étudiants de doctorat en ingénierie, sinon la totalité d'entre eux, devraient entretenir durant leurs études des rapports étroits avec leurs homologues dans

l'industrie. Le modèle vertical ou séquentiel des découvertes à l'université et des applications dans l'industrie ne convient pas à la plupart des activités actuelles de génie. Il faut plutôt utiliser un modèle horizontal impliquant une interaction étroite entre l'université et l'industrie.

RECOMMANDATION 32 : Que les programmes de doctorat en ingénierie, tout en étant axés sur la recherche, visent un équilibre entre la contribution novatrice et significative aux connaissances dans le domaine et l'acquisition des qualités supérieures d'innovation et d'objectivité technique par l'étudiant.

RECOMMANDATION 33 : Que les règlements permettent à l'étudiant qui a obtenu une maîtrise professionnelle de s'inscrire directement à un programme de doctorat en ingénierie.

RECOMMANDATION 34 : Que les directeurs de recherche incitent les étudiants de doctorat en ingénierie à entretenir durant leurs études des rapports étroits avec leurs homologues dans l'industrie.

3.3 La recherche, le développement et la conception en ingénierie

- Dans le milieu universitaire, l'enseignement et la recherche en génie sont étroitement liés et interdépendants. La plupart des disciplines du génie connaissent une évolution rapide. Ainsi, il est important de bien comprendre ce qui se passe aux frontières de la science et du marché pour planifier et élaborer des programmes d'études et de recherche pertinents. La participation des étudiants aux projets de recherche et de développement est donc un aspect indispensable dans la formation d'ingénieurs compétents.
- La participation étroite à un projet de recherche s'est avérée, depuis de nombreuses décennies, un moyen efficace de développement des qualités supérieures de l'ingénieur chez les étudiants à la maîtrise et au doctorat. L'environnement au baccalauréat est également profondément conditionné par les activités des professeurs et des étudiants des cycles supérieurs en recherche.
- Les politiques et les pratiques relatives à la recherche en génie dans les universités ont été analysées jusqu'à un certain point dans un rapport complémentaire au présent document, intitulé «La recherche en génie dans les universités canadiennes» [1]. L'extrait suivant de ce rapport résume bien les principes qui, selon l'Académie, devraient guider les universités :
 - ...Les professeurs de génie doivent concentrer davantage leurs efforts sur la résolution des problèmes actuels et futurs de la société canadienne, dans la mesure où ces problèmes demeurent dans le contexte global du génie... Puisque la recherche en génie doit être orientée vers une application de ses résultats, il est logique que les professeurs de génie concentrent leurs efforts et ceux des étudiants qu'ils dirigent sur les problèmes et les domaines qui sont importants aux Canadiens. L'impact de cette recherche en génie peut prendre une dimension internationale par l'intermédiaire de firmes et d'ingénieurs-conseils canadiens qui travaillent dans un contexte international.

- Les recherches entreprises par les professeurs de génie et les étudiants des cycles supérieurs qu'ils dirigent devraient être axées sur des problèmes réels et pertinents, de façon à ce que l'importance immédiate et future de leur travaux pour la société soit manifeste aux yeux des collectivités éducative, industrielle et gouvernementale.
- Certaines personnes sont d'avis que les deux fonctions principales de l'université, soit l'enseignement et la recherche, sont si inséparables, que certains professeurs devraient se consacrer uniquement à l'enseignement et d'autres à la recherche. Une telle politique est particulièrement contre-indiquée pour le génie. En effet, le génie est une profession dont le rôle est de servir la société par l'application des connaissances et des compétences acquises dans le cadre d'études dans différentes disciplines, de travaux de recherche dans les disciplines propres au génie et de l'exercice de la profession. L'accent dans la profession est mis principalement sur l'intégration à des fins pratiques des connaissances disponibles. Il faut que la formation des ingénieurs au baccalauréat et aux cycles supérieurs soit donnée dans un contexte imprégné de tous les éléments de cette philosophie de la profession. L'amalgamation de la recherche et de l'enseignement est essentielle dans ce processus.

RECOMMANDATION 35 : Que les professeurs et les étudiants des cycles supérieurs qu'ils dirigent mettent l'accent sur les projets de recherche, de développement et de conception visant à résoudre les problèmes actuels et futurs au sein de la société canadienne et à saisir les occasions que présente et présentera celle-ci.

4. L'ÉDUCATION PROFESSIONNELLE PERMANENTE

- L'éducation et la formation de l'ingénieur ne se termine pas à l'obtention d'un diplôme de premier cycle ou de cycle supérieur.
- La mise en place des mesures d'élargissement des programmes de premier cycle aura pour effet d'accroître la nécessité de poursuivre l'éducation formelle et fondée sur l'expérience des ingénieurs.

4.1 Les programmes destinés aux ingénieurs stagiaires

- Pour la plupart des diplômés en génie, le programme de baccalauréat devrait être suivi d'un programme de formation planifiée dans l'industrie, d'un programme de maîtrise professionnelle ou des deux de préférence.
- D'un point de vue idéal, l'industrie qui emploie des ingénieurs devrait offrir des programmes de perfectionnement formels aux ingénieurs stagiaires, sensiblement comme le font les études d'avocats, les firmes comptables et les hôpitaux pour les futurs membres de leur profession.
- On sait fort bien que de nombreuses sociétés industrielles ne sont pas en mesure de fournir un programme de perfectionnement complet aux ingénieurs stagiaires. Il faudrait mettre sur pied un programme d'encadrement pour pallier cette situation. En outre, les chefs d'industrie devraient étudier la possibilité de créer des groupements de compagnies dont l'objectif serait de fournir, de concert avec les universités, l'expérience et la formation appropriées aux ingénieurs stagiaires.

- Une fraction raisonnable du temps dont dispose l'ingénieur stagiaire entre l'obtention du diplôme et le droit de pratiquer le génie devrait être consacrée à des activités d'éducation permanente appropriées.
- La profession et l'industrie devraient envisager d'adopter des politiques salariales qui traduisent les obligations de l'employeur de contribuer au développement de l'ingénieur durant sa période de stage et qui prévoient plus tard une augmentation substantielle de salaire en reconnaissance de l'obtention du droit de pratique de la profession.
- Le Conseil canadien des ingénieurs et les associations qu'il regroupe devraient étudier la possibilité de prolonger la période de formation pratique nécessaire à l'obtention du droit de pratique du génie, ainsi que d'analyser et de préciser de façon plus formelle le contenu et la qualité du processus de formation.

RECOMMANDATION 36 : Que la profession d'ingénieur au Canada envisage d'exiger une période plus formelle et plus longue (période de quatre ans, par exemple) de formation pratique des ingénieurs stagiaires avant que ceux-ci n'obtiennent le droit de pratique.

RECOMMANDATION 37 : Que l'industrie qui emploie des ingénieurs prévoit de mettre en place des programmes de perfectionnement appropriés pour les ingénieurs stagiaires, ainsi que de nommer des tuteurs compétents. Les entreprises de petite et de moyenne taille devraient étudier la possibilité de se constituer en groupes afin de mieux être en mesure de fournir de tels programmes à leurs ingénieurs.

4.2 La formation continue des ingénieurs à part entière

- Les changements rapides qui caractérisent tous les aspects du génie exigent que chaque ingénieur qui exerce sa profession puisse profiter d'un programme de formation continue et de mise à jour des compétences.
- Chaque programme devrait être conçu, non seulement pour permettre à l'ingénieur de maintenir et d'accroître sa compétence dans le champ d'activités qui lui est propre, mais aussi pour lui permettre de maintenir une polyvalence suffisante pour s'adapter aux changements éventuels de la technologie, des marchés ou du cheminement de carrière.
- La formation continue des ingénieurs à part entière peut prendre différentes formes, comme des conférences techniques, l'apprentissage autonome, des cours sur place, des séminaires, des cours réguliers de cycles supérieurs, des ateliers ou des cours par correspondance.
- Les activités d'une formation continue appropriée peuvent englober un large éventail de domaines, comme ceux des sciences fondamentales, de la technologie, de la gestion, de l'environnement, de l'économie ou des sciences humaines et sociales.

- La responsabilité du maintien de la compétence professionnelle incombe en premier lieu à l'ingénieur lui-même.
- Chaque ingénieur à part entière devrait jouer un rôle actif au sein d'une société technique appropriée.
- Les employeurs devraient contribuer au maintien de la compétence des ingénieurs membres de leur personnel. On a investi beaucoup de temps et d'argent dans ces professionnels. Une politique éclairée consisterait, par exemple, à accorder un minimum de 5 % du temps de travail pour les activités de formation continue. Cela permet non seulement de sauvegarder les investissements, mais également d'obtenir un excellent rendement de ceux-ci.
- Les facultés d'ingénierie et les sociétés techniques devraient faire un effort concerté pour offrir sous différentes formes des cours spécialisés aux ingénieurs praticiens : exposés et démonstrations sur bande vidéo, programmation télévisuelle, transmissions par satellite et conférenciers de renom invités.
- Les compagnies qui ont des intérêts similaires devraient envisager la possibilité de se constituer en groupes afin d'élaborer, de concert avec les universités, les sociétés techniques, les associations de fabricants et les conseillers, des programmes de formation continue appropriés.
- Les gouvernements devraient reconnaître qu'il est essentiel d'assurer le perfectionnement de nos effectifs d'ingénieurs actuels pour maintenir notre compétitivité et notre expertise. La mise en place d'une infrastructure permettant d'offrir des programmes de formation continue constituerait un investissement sage. De plus, certains avantages fiscaux pourraient être envisagés.
- Les associations professionnelles d'ingénieurs du Canada devraient examiner la possibilité d'exiger comme condition formelle que chaque ingénieur démontre sa participation à des activités de développement et de formation continue pour maintenir son droit de pratique de la profession.

RECOMMANDATION 38 : Qu'en plus de jouer un rôle actif dans une société technique appropriée, chaque ingénieur qui exerce sa profession puisse profiter d'un programme de formation continue et de mise à jour des compétences.

RECOMMANDATION 39 : Que tous les employeurs contribuent par leur soutien, leur encouragement, l'octroi de temps libre et leur appui financier, à la participation des ingénieurs membres de leur personnel à des programmes appropriés de maintien des compétences et de la facilité d'adaptation.

RECOMMANDATION 40 : Que les associations professionnelles d'ingénieurs, de concert avec les sociétés techniques, les universités et les organisations industrielles, instaurent un programme visant à reconnaître la participation des ingénieurs à des activités d'éducation permanente appropriées, en vue de faire tôt ou tard d'une telle participation un élément d'un processus de révision nécessaire au maintien du droit de pratique de la profession.

5 . LES ÉTAPES NÉCESSAIRES À LA MISE EN OEUVRE

- Les changements importants qu'il faut apporter aux cultures industrielle et sociale du Canada pour relever les défis actuels et futurs doivent s'accompagner de changements appropriés d'attitudes, de politiques et de pratiques, non seulement chez les professeurs, étudiants et administrateurs de l'enseignement en génie, mais aussi chez de nombreuses personnes de l'industrie, de l'état et de la profession.
- La présente section du rapport examine certains des obstacles actuels à la réalisation des objectifs de formation recherchés et propose des mesures pouvant contribuer au contexte et à l'incitation nécessaires au déclenchement du processus évolutif approprié.
- Sans un appui ferme de la part du public et des gouvernements, des étudiants éventuels et de l'industrie, on ne peut espérer continuer à obtenir les ressources nécessaires pour donner une bonne formation en génie. Par conséquent, il est de toute nécessité que les intervenants dans le processus de formation des étudiants en génie se consacrent à la tâche primaire de satisfaire aux besoins des rôles que les étudiants qu'ils préparent seront appelés à jouer.
- Il faut modifier certaines des attentes actuelles des professeurs de génie et certaines des pressions auxquelles ils sont assujettis pour pouvoir apporter les changements recherchés à la formation des ingénieurs au baccalauréat et aux cycles supérieurs.
- Dans les universités, on utilise des processus de recrutement qui font en sorte que seules les personnes très intelligentes et fortement motivées sont invitées à se joindre au corps professoral. La plupart d'entre elles réussiront selon les exigences de réussite qu'elles perçoivent. Par conséquent, les stimulants incorporés au système et présentés aux professeurs revêtent une importance considérable.
- Actuellement, les mentalités des professeurs d'ingénierie sont surtout conditionnées par les exigences des programmes de recherche qu'ils entreprennent. On a le sentiment que leur carrière dépend largement de la publication des résultats de ces programmes de recherche dans les revues scientifiques et techniques de référence.
- L'évolution vers une formation efficace en génie peut être favorisée et accélérée par l'établissement de rapports de travail étroits et constants entre le corps professoral et les praticiens. Sans stimulants appropriés, on ne pourra encourager les professeurs d'ingénierie à consacrer une partie appréciable de leur temps à cette activité.

RECOMMANDATION 41 : Que les administrateurs de chaque faculté d'ingénierie adoptent comme objectif d'assurer la compatibilité entre les compensations accordées à leurs professeurs et la prépondérance d'une formation utile.

5.1 Les critères et les pratiques d'évaluation

- Sauf quelques rares exceptions, l'enseignement et la recherche en génie au Canada appartiennent à des universités qui regroupent plusieurs facultés. Les professeurs de génie et leurs étudiants sont donc assujettis aux politiques générales de ces universités. La réalisation des objectifs des facultés de génie en enseignement et en recherche est conséquemment limitée par certaines de ces politiques et pratiques.
- Les universités ont toutes des politiques et des processus qui visent à mesurer la qualité du corps professoral. Des critères communs à toutes les disciplines sont établis pour le recrutement, les promotions et la titularisation des professeurs. Il arrive que ces critères, qui servent en général à mesurer le rendement au plan de l'enseignement et de la recherche, tiennent compte des réalisations professionnelles créatrices du professeur.
- Bien que les politiques de nombreuses universités accordent une valeur égale à l'enseignement et à la recherche pour l'évaluation des professeurs, dans la réalité, c'est souvent la recherche qui tient la place la plus importante.
- Dans une large mesure, cette situation est due au fait que les activités de recherche sont généralement bien documentées, en tant qu'éléments essentiels et financés du processus de recherche, et peuvent donc être facilement mesurées par la publication d'articles dans les revues scientifiques, techniques ou professionnelles pertinentes. Bien que l'enseignement soit le rôle principal des universités, il est beaucoup plus difficile de mesurer en toute objectivité le rendement d'un professeur au plan de l'enseignement qu'à celui de la recherche.
- Les critères d'évaluation sont souvent dominés par les valeurs accordées par la majorité, c'est-à-dire les sciences fondamentales, les arts et les sciences humaines. Au sein de la communauté universitaire, il est souvent difficile d'obtenir des critères spécifiquement adaptés aux disciplines dont les objectifs sont professionnels.
- En sciences pures et dans la plupart des disciplines des arts et des sciences humaines, la recherche et la formation sont axées sur les connaissances spécialisées de base dans un domaine donné. Par contraste, la recherche en génie devrait et doit avant tout viser à contribuer à la résolution de problèmes réels ou potentiels dans la société.
- Dans les universités qui ont intégré dans leurs politiques une catégorie d'évaluation pour les réalisations professionnelles créatrices, on éprouve de sérieuses difficultés à faire mesurer celles-ci par les comités d'évaluation universitaires dont les membres connaissent souvent mal la profession à laquelle appartient le professeur évalué.

- On affirme depuis longtemps que l'expérience acquise dans un environnement de pratique du génie constitue une qualité souhaitable, sinon nécessaire, chez tout professeur de génie éventuel. Malheureusement, cet avis n'est pas partagé par la plupart des autres disciplines universitaires, comme en font foi les critères de recrutement et les salaires de début.
- Afin de comprendre l'effet de ces pressions du milieu universitaire, il faut reconnaître que la plupart des personnes recrutées comme professeurs en génie sont des gens très compétents qui ont généralement un dossier de formation impeccable. Comme ces jeunes professeurs veulent réussir dans leurs nouvelles fonctions, ils se plient aux exigences de l'université pour améliorer leurs chances de réussite. Si ce processus ne donne pas les résultats escomptés, ce ne sont pas les jeunes professeurs qui sont à blâmer, mais plutôt ceux qui établissent les règlements et créent les préconceptions qui caractérisent l'application de ceux-ci.
- En matière d'évaluation, il faudrait accorder un poids significatif aux contributions du professeur à la planification, à la gestion et à l'administration du processus éducatif. La préparation de propositions de programmes d'études étoffées, la préparation de bonnes matières éducatives, de bons didacticiels et de bonnes expériences de laboratoire, la rédaction de bons articles sur l'éducation, la formation d'assistants à l'enseignement et de jeunes professeurs compétents, voilà des activités dont il faudrait tenir compte.
- Les intrants des diplômés récents et des ingénieurs à mi-carrière devraient constituer un élément important de la documentation d'évaluation. Ces intrants peuvent être particulièrement utiles pour évaluer jusqu'à quel point le professeur a réussi à inculquer aux étudiants des principes et des habitudes d'approche qui se sont avérés durables.
- Les intrants des collègues professeurs chevronnés qui possèdent une expérience dans la pratique du génie sont également importants. Si les processus d'intégration au corps professoral sont efficaces, ces collègues pourront parler avec connaissance des qualités, approches, habiletés, points forts et points faibles des jeunes membres du personnel.
- L'évaluation de l'enseignement par les étudiants permet de mesurer des aspects comme le niveau de préparation, d'organisation et de communication du professeur, ainsi que l'efficacité des exposés, de l'aide apportée aux étudiants et du matériel éducatif utilisé.
- Les processus d'évaluation des réalisations en recherche qui ont déjà été élaborés en profondeur pour répondre aux besoins des organismes de financement de la recherche peuvent être utilisés directement par les universités pour leur propres évaluations. Les intrants principaux sont fournis par des chercheurs de la même spécialité, qui se prononcent sur l'acceptabilité des articles soumis pour publication. L'existence d'un article publié dans une revue scientifique, technique ou professionnelle ne constitue rien de plus qu'un critère permettant de conclure que la norme nécessaire à la publication des résultats de recherche dans la revue a été atteinte. Elle ne permet pas d'établir vraiment la pertinence de la recherche pour les personnes qui n'appartiennent pas à la communauté des chercheurs de la discipline, comme les usagers potentiels des résultats publiés.
- Les intrants utiles sur la pertinence et la valeur intrinsèque des activités de recherche du professeur de génie peuvent être obtenus de personnes compétentes dans l'industrie qui ont une connaissance directe des résultats et de l'impact des travaux.

RECOMMANDATION 42 : Que les universités reconnaissent que les objectifs et responsabilités des facultés professionnelles, comme la faculté de génie, sont quelque peu différents de ceux des autres disciplines.

RECOMMANDATION 43 : Que les universités maintiennent des critères de recrutement et de promotion des professeurs suffisamment larges pour tenir compte des besoins propres aux facultés de génie. Ces critères devraient reconnaître de façon appropriée la compétence en enseignement, les activités de recherche et de conception, l'expérience et les réalisations professionnelles, les services à la collectivité, ainsi que les contributions à la planification, à la gestion et à l'administration du processus éducatif.

RECOMMANDATION 44 : Que le Comité national des doyens en génie et en sciences appliquées (CNDGSA) élabore un ensemble approprié de lignes directrices qui permettraient d'établir les critères de recrutement, de promotion et de titularisation des professeurs de génie.

RECOMMANDATION 45 : Qu'en matière d'application des critères de promotion des professeurs de génie, les universités accordent un poids significatif aux intrants des personnes, comme les ingénieurs praticiens, les récents diplômés en génie et les ingénieurs à mi-carrière, ainsi que les collègues professeurs chevronnés possédant une expérience appropriée en génie, qui connaissent bien les diplômés et la profession et les besoins connexes.

5.2 L'incidence de la politique de recherche

- La recherche dans les facultés de génie devrait avoir deux objectifs étroitement liés : l'augmentation du bagage de connaissances utiles aux membres actuels et futurs de la profession et l'amélioration de la compétence et des aptitudes des étudiants du premier cycle et des cycles supérieurs.
- On recrute souvent les nouveaux professeurs en fonction de la qualité des travaux de doctorat qui précèdent normalement la nomination à un poste de professeur. Les nouveaux professeurs, dès les premières années de leur carrière d'enseignement, se sentent obligés de produire des résultats de recherche au même rythme que durant leurs études de troisième cycle, pour accéder à la permanence et bénéficier de fonds de recherche croissants. Cette situation favorise la poursuite de travaux étroitement liés à la recherche entreprise pour le doctorat.
- Dans le contexte actuel, le jeune professeur de génie qui aspire à une carrière universitaire stable et féconde serait mal avisé de consacrer beaucoup de temps à l'entretien de rapports avec la profession, l'industrie et les usagers. La consultation, qui de toute évidence est une excellente manière d'entretenir des rapports utiles de ce genre, est découragée par le système, particulièrement dans les premières années de professorat, car elle ne mène pas habituellement à la production de résultats qu'on peut publier dans les revues scientifiques, techniques ou professionnelles.

- Il faut éviter d'accorder une importance indue à la production de résultats de recherche par les nouveaux professeurs durant les premières années de leur carrière d'enseignement. Il faudrait donner aux jeunes professeurs l'occasion et l'encouragement nécessaires pour accroître leurs connaissances et leur expérience en génie et pour axer leurs travaux de recherche sur les questions pertinentes qui demandent d'être résolues.
- L'octroi de fonds de recherche aux professeurs canadiens de génie devrait dépendre dans une large mesure de la contribution potentielle des travaux à la résolution de problèmes d'importance nationale. Cela inciterait directement les professeurs à entrer en relations et à dialoguer avec les usagers appropriés pour élaborer des propositions de contrats de recherche.
- L'évaluation de la pertinence et de la valeur de la recherche d'un professeur devrait être fondée dans une large mesure sur la volonté de l'industrie et des autres organismes clients de contribuer au soutien financier continu de la recherche.
- Les organismes de financement de la recherche devraient reconnaître que le résultat le plus important de la plupart des projets de recherche universitaire est l'élite qui est formée. La compétence des personnes ainsi formées et leur nombre devraient jouer un rôle important dans l'allocation des fonds.
- Pour les professeurs de génie, les subventions de recherche octroyées par le CRSNG assurent le financement de base des activités d'exploration des nouvelles idées, activités dont les résultats serviront à obtenir un financement contractuel sélectif. Donc, il faut privilégier une base de financement étendue pour les disciplines du génie. Afin d'assurer un nombre suffisant de diplômés ayant une formation supérieure, la plupart des professeurs de génie, sinon tous, devraient diriger le travail de plusieurs étudiants au troisième cycle. Tous les professeurs de génie qui font de la recherche et qui dirigent des étudiants de troisième cycle devraient bénéficier d'un soutien approprié. Or, depuis quelques années, la plupart des universités ne disposent pas des fonds requis dans leurs budgets de base pour offrir un tel soutien.
- Les organismes de financement et les ministères devraient établir ou étendre des programmes qui encouragent la collaboration entre les professeurs de génie et l'industrie canadienne dans le cadre de projets de recherche coopératifs. Le programme de Subventions de recherches et développement coopératives (SRDC) du CRSNG est un excellent exemple des efforts déjà entrepris à cet égard. De plus, l'instauration de centres d'excellence aux niveaux fédéral et provinciaux a donné une bonne expérience qui permettra d'étendre cette approche dans l'avenir.
- Des mesures sont nécessaires pour inciter aussi bien des chercheurs en génie dans les universités que des ingénieurs dans l'industrie à réaliser des projets coopératifs. Il serait approprié que les gouvernements instaurent de telles mesures. Celles-ci doivent être suffisamment efficaces pour encourager les entreprises à approcher les universités pour leur collaboration, même si elles ne l'ont jamais fait auparavant et, dans certains cas, même si elles n'ont jamais fait de recherche et de développement. Il est évident que pour assurer le succès d'un projet coopératif, il faut que le professeur et l'entreprise soient prêts à y consacrer du temps et des ressources.

- Les gouvernements devraient reconnaître qu'une part importante des fonds alloués aux projets de recherche conjoints facultés de génie-industrie doit provenir de l'état. Les grandes entreprises axées sur la recherche ont les moyens d'accorder et accordent un soutien financier important aux universités pour la recherche, mais elles sont peu nombreuses au Canada. La plupart de nos entreprises naissantes de techniques avancées, plus petites, ne peuvent offrir qu'un soutien financier limité pour ce type de recherche. En apportant une petite contribution financière et en permettant à son personnel de consacrer du temps au projet, l'entreprise industrielle témoigne de son sérieux et de son engagement à assurer un transfert de technologie efficace.

RECOMMANDATION 46 : Que les administrateurs des facultés d'ingénierie donnent aux jeunes professeurs l'occasion et l'encouragement nécessaires pour élaborer des programmes de recherche appropriés et pour établir des rapports valables avec l'industrie.

RECOMMANDATION 47 : Que l'octroi des fonds de recherche aux professeurs canadiens de génie soit fondé dans une large mesure sur la contribution potentielle de leurs travaux à la résolution des problèmes d'importance nationale.

RECOMMANDATION 48 : Que les organismes comme le CRSNG et le CNRC, ainsi que les ministères, établissent, développent et accentuent les programmes de soutien des projets de recherche et de développement conjoints industrie-universités.

RECOMMANDATION 49 : Qu'au moment d'évaluer les demandes de subventions pour les projets de recherche et de développement conjoints université-entreprise, les organismes subventionnaires accordent une plus grande importance à l'engagement de l'entreprise à contribuer du temps et des fonds en rapport avec les ressources dont elle dispose.

RECOMMANDATION 50 : Que les organismes de financement de la recherche reconnaissent que le résultat le plus important de la plupart des projets de recherche universitaire est l'élite qui est formée.

5.3 Les mesures incitatives et les politiques en enseignement

- Il faut faire en sorte que la compétence pédagogique des professeurs soit reconnue au même titre que leur rendement en recherche. En effet, on doit trouver des moyens plus efficaces pour récompenser les enseignants exceptionnels. Selon les diplômés en génie consultés, c'est l'influence de certains enseignants exceptionnels qui a le plus marqué leur formation universitaire.
- Nombreux sont les prix nationaux et internationaux d'excellence en recherche qui peuvent être décernés aux professeurs. La remise de ces prix est accompagnée d'une grande publicité et les professeurs qui se les méritent sont considérés comme les vedettes de l'université. Il faudrait donner une importance similaire aux prix d'excellence en enseignement.

- L'enseignement des cours d'introduction aux étudiants en génie devrait être confié aux professeurs les plus compétents et les plus chevronnés, c'est-à-dire ceux qui possèdent les connaissances les plus étendues, l'expérience la plus vaste, la parfaite maîtrise des notions fondamentales et la meilleure perception de l'essence de la conception et de la pratique du génie. La plupart des professeurs qui répondent à ces critères font partie habituellement des facultés d'ingénierie.
- Dans la plupart des universités, la responsabilité d'enseigner les sciences fondamentales et les mathématiques aux étudiants du baccalauréat en génie incombe à des départements qui ne font pas partie de la faculté d'ingénierie. Ces étudiants, mêmes s'ils ont été admis directement aux programmes d'ingénierie, doivent parfois attendre un an ou deux avant d'aborder les véritables questions de génie, ce qui peut avoir pour effet d'atténuer leur intérêt initial pour la profession. Cette pratique contribue également à la perpétuation de la méthode non intégrée et linéaire de formation des ingénieurs dont il a déjà été question.
- Nombreux sont les cours des dernières années du baccalauréat ou des cycles supérieurs en génie qui peuvent être donnés avec efficacité par des jeunes professeurs ou des auxiliaires qui ne font pas partie du corps professoral. En effet, il est possible de confier cet enseignement aux personnes qui sont à la fine pointe des connaissances dans le domaine. À ce stade de leur formation, les étudiants sont déjà familiers avec la plupart des éléments de langage, des conventions, des habitudes et des notions propres à la discipline du génie qu'ils ont choisie. Cet enseignement exige une base de connaissances moins étendue et une compétence pédagogique moins grande de la part de l'enseignant. Le nombre d'étudiants est réduit et il est plus facile de les inciter à dialoguer. La nature de l'environnement et de l'auditoire fait qu'on est plus indulgent envers l'enseignant qui affiche certaines lacunes pédagogiques.
- Dans le contexte actuel, de nombreux professeurs préfèrent donner les cours spécialisés de la dernière année du baccalauréat, cela leur permettant de recruter plus facilement les étudiants les plus aptes à poursuivre des études aux cycles supérieurs.

RECOMMANDATION 51 : Que les facultés d'ingénierie veillent à maintenir des systèmes de compensations qui accordent autant d'importance à la qualité de l'enseignement qu'à celle de la recherche.

RECOMMANDATION 52 : Que, sachant fort bien que l'enseignement d'un cours d'introduction aux étudiants en génie exige des connaissances étendues, des compétences appropriées et une vaste expérience, les facultés d'ingénierie fasse de l'affectation de cette tâche à un professeur un témoignage de couronnement de carrière.

5.4 L'expérience et l'interaction du corps professoral

- Il faut vraiment privilégier le recrutement des professeurs d'ingénierie chez les personnes qui ont acquis quelques années d'expérience pratique dans l'industrie. Malheureusement, les facultés canadiennes d'ingénierie n'ont pas eu beaucoup de succès à cet égard.

- Plusieurs facteurs jouent contre ce cheminement de carrière industrie-université des professeurs de génie :
 - les étudiants au doctorat en génie désirent poursuivre leurs travaux de recherche après avoir obtenu leur diplôme;
 - les salaires de début des professeurs de génie sont en général inférieurs à ceux de leurs homologues dans l'industrie;
 - la norme dans les universités veut que l'on obtienne son doctorat avant de se joindre au corps professoral;
 - l'ingénieur qui quitte un poste dans l'industrie pour se joindre au corps professoral d'une faculté de génie n'est pas nécessairement assuré de la permanence dans ses nouvelles fonctions;
 - dans le milieu universitaire, on voit d'un mauvais oeil l'engagement d'une personne qui n'a que quelques publications à son actif.
- Les bourses post-doctorales dans l'industrie constituent un excellent moyen d'acquérir une expérience industrielle pour les nouveaux détenteurs d'un doctorat; de plus, la durée limitée de ces bourses se prête au recrutement subséquent de ces diplômés comme professeurs.
- En concluant des ententes de consultation avec l'industrie, on contribue de façon efficace à l'acquisition d'une expérience pratique utile et variée par les professeurs de génie. De cette façon, ceux-ci peuvent poursuivre l'exercice de leur profession à temps partiel. La plupart des universités permettent à leurs professeurs de consacrer de 10 à 20 % de leur temps à ce genre de consultation. Les jeunes professeurs doivent avoir vraiment l'assurance qu'en consacrant une partie de leur temps à la consultation, ils ne compromettent pas leurs perspectives de promotion.
- Les contrats de recherche peuvent être très efficaces pour consolider les rapports entre les professeurs et l'industrie.
- Les facultés d'ingénierie devraient inciter et aider de façon tangible les professeurs à aller dans l'industrie pour leurs congés sabbatiques de recherche et de formation.
- L'industrie peut contribuer en prenant les dispositions pour attirer les professeurs en congé de recherche et de formation et en apportant un certain soutien financier à ces derniers durant ce congé.
- Les professeurs sont souvent peu enclins à partir en congé prolongé, craignant que cette absence ne désorganise les programmes de recherche qu'ils ont entrepris et n'interrompe la continuité de direction de leurs étudiants diplômés. En prévoyant des visites périodiques à l'université, on contribue à apaiser ces craintes.

RECOMMANDATION 53 : Que les facultés d'ingénierie élaborent et mettent en place graduellement une politique de recrutement de la majorité de leurs professeurs chez les personnes qui ont acquis quelques années d'expérience pratique en ingénierie.

- RECOMMANDATION 54 : Que les organismes subventionnaires accroissent leurs programmes de bourses post-doctorales dans l'industrie.
- RECOMMANDATION 55 : Que les facultés d'ingénierie incitent et aident de façon tangible leurs professeurs à aller dans l'industrie pour leurs congés sabbatiques de recherche et de formation.
- RECOMMANDATION 56 : Que l'industrie prennent les dispositions nécessaires pour employer les professeurs de génie durant leurs congés de recherche et de formation.
- RECOMMANDATION 57 : Que les facultés d'ingénierie incitent leurs professeurs à conclure des ententes de consultation appropriées avec l'industrie et les autres usagers de services de génie.

5.5 La charge de travail et l'aménagement du temps des professeurs

- Les pressions sur les professeurs de génie se sont accrues de façon substantielle ces dernières années. Ces pressions sont dues, d'une part, à la réduction des fonds alloués par étudiant du premier cycle, ce qui entraîne une augmentation des charges d'enseignement, et, d'autre part, à l'obligation accrue de produire des résultats de recherche et de profiter du financement qui accompagne les octrois et les contrats de recherche. En raison de ces pressions, les professeurs ne disposent plus du temps nécessaire pour préparer leurs cours, les effectifs des classes du premier cycle ont augmenté et les contacts personnels entre chaque étudiant et le professeur ont diminué. Il est important de remédier à cette situation, afin de pouvoir maintenir la formation des étudiants du baccalauréat en génie à un niveau de qualité approprié.
- Une des contraintes de temps auxquelles sont assujettis les professeurs d'université découle de la nécessité de préparer une documentation complète pour les concours des organismes de financement de la recherche. Les professeurs des facultés d'ingénierie pourraient consacrer une bonne partie de ce temps à des activités plus utiles si on empruntait la voie des usagers, plus particulièrement ceux de l'industrie, pour allouer une partie importante du total des fonds destinés à la recherche et au développement en génie. Dans un tel contexte, les professeurs auraient tout intérêt à consacrer plus de temps à l'établissement de rapports efficaces avec l'industrie. Étant donné la volonté du partenaire industriel de consacrer du temps et de l'argent à la recherche proposée, le processus d'évaluation de la demande pourrait se résumer à l'assurance de la part d'un examinateur externe à l'effet que la demande répond aux normes de contenu et de qualité du programme.

- RECOMMANDATION 58 : Que les universités veillent à ce que le rapport professeurs/étudiants dans les facultés d'ingénierie soit suffisamment élevé pour permettre aux professeurs de consacrer le temps et les efforts nécessaires pour fournir une formation professionnelle adéquate.

6. LES RESSOURCES À CONSACRER À LA FORMATION DES INGÉNIEURS

- Les perspectives d'avenir et la prospérité du Canada dépendent en grande partie de son habileté à incorporer une compétence et une intelligence supérieures, ainsi qu'une valeur ajoutée, dans ses produits et services.
- La création d'emplois nécessitant de hautes compétences est une priorité pour les années à venir. Les ingénieurs peuvent jouer des rôles importants dans l'établissement de nouvelles entreprises, dans la restructuration de procédés existants et dans le développement de nouveaux produits et services. Par conséquent, il faut mettre l'accent sur la formation d'ingénieurs qui auront les compétences et les qualités pour jouer ce rôle novateur, ainsi que d'ingénieurs surtout adaptés aux besoins actuels. Il faudrait admettre que toute personne qui a joué un rôle déterminant dans la création de nouveaux emplois stratégiques a contribué de façon importante à l'avenir du Canada.
- Les industries génératrices de richesses et à vocation exportatrice emploient un grand nombre d'ingénieurs. Viendra le moment où il faudra, pour combler le vide laissé par la diminution de nos exportations de ressources naturelles, exporter plus de produits fabriqués, de procédés industriels et de services caractérisés par une forte valeur ajoutée ou une haute compétence intellectuelle. Cela exigera un plus grand nombre d'ingénieurs, notamment dans les domaines d'activités qui demandent des hautes compétences.
- Il ne faudrait pas, en évaluant l'importance que revêt la formation des ingénieurs pour la société, négliger le rôle majeur que jouent ceux-ci dans la résolution des problèmes environnementaux. Bien que d'autres puissent jouer un rôle prépondérant en cernant les préoccupations et en sensibilisant le public à celles-ci, les ingénieurs seront toujours appelés à jouer le rôle principal pour élaborer les solutions appropriées.
- En valorisant la formation des ingénieurs et en consacrant plus de ressources pour celle-ci, on peut contribuer de façon substantielle à la santé et à la stabilité futures de nos universités. Dans le passé, l'appui et la confiance du public étaient fondés sur la conviction qu'il suffisait de détenir un diplôme universitaire pour être assuré d'un emploi, même si les études suivies ne préparaient pas directement à un marché du travail en particulier. Les occasions d'emploi sont maintenant beaucoup plus liées à la capacité de produire des richesses. Le renforcement du rôle d'une faculté professionnelle productrice de richesses et d'emplois, comme la faculté d'ingénierie, est une stratégie qui peut contribuer à restaurer et à accroître la confiance du public en l'université, en tant qu'élément pertinent et essentiel pour la collectivité.

6.1 L'investissement public

- Les politiques et les méthodes de financement par les gouvernements de l'enseignement et de la recherche devront faire l'objet de modifications majeures pour que les changements préconisés dans le présent rapport puissent être apportés. Dans le processus d'allocation des fonds, il faut accorder plus d'importance à l'ampleur, à la qualité et à la pertinence de la formation universitaire.
- La valeur générale d'une telle formation n'est nullement en cause. Toutefois, étant donné l'état actuel et les perspectives d'avenir de notre économie, toutes les formations universitaires ne revêtent pas la même importance pour le pays. Il existe des arguments

irréfutables pour accorder la priorité, par voie de financement sélectif, à la formation des ingénieurs, de façon à s'assurer de pouvoir produire les richesses nécessaires au financement d'autres initiatives sociales et environnementales opportunes.

- Actuellement, le principe du financement sélectif du secteur de l'ingénierie est incompatible avec les mécanismes de financement universitaire établis par la plupart des gouvernements provinciaux. En règle générale, le financement de chaque université est fondé sur une méthode préétablie. Il incombe ensuite à l'administration centrale de l'université d'allouer les fonds à chaque faculté. Mais cela ne signifie pas pour autant que l'allocation sélective de fonds soit impossible, les gouvernements ayant déjà utilisé ce mode de financement par le passé. Par exemple, n'accorde-t-on pas indirectement un soutien financier important à la profession médicale en lui permettant d'utiliser les hôpitaux publics pour former les étudiants, les internes et les boursiers en médecine? Et que dire de l'allocation de fonds par le gouvernement du Québec destinés exclusivement à l'achat de matériel de formation des ingénieurs?
- Au cours des dernières décennies, l'accent de la politique officielle en enseignement a été mis sur l'accroissement de l'accessibilité à la formation universitaire. Malheureusement, la réalisation de cet objectif n'a pas toujours été épaulée par l'allocation de ressources adéquates. En génie, il faut absolument assurer et accroître la qualité de la formation. Le nombre d'étudiants admis dans les programmes de premier cycle devrait être contrôlé et adapté aux ressources qu'on nous consent.
- Les technologues en génie jouent des rôles importants qui sont complémentaires de ceux que jouent les ingénieurs. Il faudrait fournir aux collèges préuniversitaires les ressources nécessaires pour former un nombre adéquat de technologues en génie, dans des programmes coordonnés avec ceux des facultés universitaires de génie, de façon à optimiser la complémentarité des rôles des deux types de diplômés.
- Le gouvernement fédéral joue un rôle important dans le financement de la recherche. Il serait très opportun d'établir, dans le cadre d'un accord fédéral-provincial, un programme amélioré de soutien de la formation des ingénieurs à l'échelle du pays; un tel programme se justifie par l'importance qu'il revêt à l'échelle nationale.

RECOMMANDATION 59 : Qu'étant donné que les activités des ingénieurs sont en majeure partie productrices de richesses, le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux adoptent une politique officielle en enseignement qui, en allouant de façon sélective les ressources appropriées à l'enseignement et à la recherche en génie, mette la priorité sur l'arrivée d'un nombre adéquat de nouveaux diplômés compétents dans la profession;

6.2 Le financement par et pour les étudiants

- Les gouvernements provinciaux ont favorisé une politique de grande accessibilité à la formation universitaire. De crainte de limiter l'accessibilité par des frais de scolarité trop élevés, on a accompagné en général cette politique d'importantes restrictions sur les frais de scolarité que pouvaient charger les universités aux étudiants.

- Les étudiants du baccalauréat en génie de plusieurs universités ont montré qu'ils étaient prêts à verser des frais de scolarité plus élevés pour être assurés d'une formation de qualité. Même en période de récession, nombreux ont été les étudiants qui ont voté pour continuer les contributions volontaires.
- De façon générale, il n'y a pas eu de pénurie de candidats aptes à accéder aux programmes de baccalauréat en génie au Canada. Par conséquent, il suffirait que les gouvernements provinciaux permettent aux universités d'établir leurs barèmes de frais de scolarité pour les différents programmes de baccalauréat, avec comme condition que ces fonds retournent aux facultés appropriées, pour accroître sensiblement le financement de la formation en génie.
- Les candidats pour qui les frais de scolarité élevés constituent un sérieux obstacle à l'accès aux études de génie pourraient profiter de prêts qu'ils auraient à rembourser par l'intermédiaire du système fiscal après avoir obtenu leur diplôme.
- Actuellement, l'aide financière accordée aux étudiants à temps complet aux cycles supérieurs en génie revêt la forme de bourses, de postes d'assistants à la recherche et de postes d'assistants à l'enseignement. Les propositions du présent rapport relativement à l'établissement de programmes de maîtrises professionnelles exigent que l'on se penche sur la question du soutien financier des étudiants qui suivront ces programmes.
- L'étudiant inscrit à temps complet à un programme de maîtrise professionnelle aura beaucoup d'étude et ne disposera pas vraiment du temps nécessaire pour occuper un poste d'assistant à l'enseignement. Les implications du financement pour ces étudiants durant l'année de la maîtrise professionnelle sont similaires à celles du financement durant les années antérieures au niveau du baccalauréat, à moins que des mesures appropriées soient prises.
- Le CRSNG devrait continuer d'accorder une aide financière aux étudiants qui s'inscrivent à un programme de maîtrise professionnelle en génie. La gestion en génie devrait être considérée comme partie intégrante des disciplines d'ingénierie.
- Il va de soi que les entreprises accordent un soutien, sous la forme d'une aide financière et de congés pour activités paraprofessionnelles, à leurs employés qui suivent un programme de maîtrise professionnelle à temps partiel. Certaines entreprises pourraient même aller jusqu'à accorder une aide financière à quelques employés choisis pour que ceux-ci puissent suivre un programme de maîtrise professionnelle à temps plein.

RECOMMANDATION 60 : Que les gouvernements provinciaux permettent aux universités d'établir les barèmes de frais de scolarité pour les programmes de baccalauréat, dont celui en génie, avec comme condition que ces fonds retournent aux facultés appropriées. Il faudrait instaurer des programmes de prêts à l'intention des étudiants qui sont aptes à s'inscrire à ces programmes mais qui n'ont pas les ressources financières nécessaires.

RECOMMANDATION 61 : Que le CRSNG reconnaisse que la conception, le développement et la gestion en génie sont des parties intégrantes de la recherche en ingénierie. Le CRSNG devrait également continuer d'accorder une aide financière aux étudiants qui s'inscrivent à un programme de maîtrise professionnelle en génie.

7. CONCLUSION

- Ce document recommande que des changements importants soient apportés au contenu, à l'approche et au cadre de la formation des ingénieurs au Canada. La mise en oeuvre de ces recommandations n'est pas une mince tâche, nécessitant une évolution culturelle majeure, non seulement dans le milieu universitaire, mais aussi dans l'industrie et au niveau des gouvernements.
- L'Académie est consciente du fait que les ressources actuelles ne permettent pas de mettre en oeuvre immédiatement bon nombre des recommandations. L'objet du présent rapport est de présenter le but à atteindre, de façon à ce que chaque étape de pression et de cheminement permette de se rapprocher de ce dernier.
- Il est impossible d'exprimer le système canadien de formation en génie de l'avenir par une formule rigide préétablie. Il faut plutôt le développer dans un esprit d'expérimentation focalisée fondé sur certains des objectifs qui ont été formulés. La diversité qui devrait caractériser les résultats locaux ne peut être que profitable.
- L'Académie canadienne du génie, de concert avec le Conseil canadien des ingénieurs et le Comité national des doyens en génie et en sciences appliquées, peut contribuer de façon significative à la mise en valeur du génie, non seulement auprès du grand public, mais également au sein de la profession même. Le prestige et la valeur intrinsèque accordés à la profession d'ingénieur dépendent de la confiance du public envers les ingénieurs, à savoir que ceux-ci se sont engagés à assurer le bien-être du pays, que leurs services à la population sont d'une importance primordiale et que leur éthique professionnelle n'a pas son pareil.

BIBLIOGRAPHIE

1. «La recherche en génie dans les universités canadiennes», Académie canadienne du génie, novembre 1991.
2. «L'avenir de la formation des ingénieurs au Canada», Conseil canadien des ingénieurs/Comité national des doyens en génie et en sciences appliquées, octobre 1992.
3. Charles M. Vest, allocution, 1992 Annual Conference of the American Society for Engineering Education, Toledo, Ohio, juin 1992.
4. «Toward 2000: Facing the Future in Engineering Education», Compte rendu - Frontiers in Education Annual Conference, Laurence P. Grayson (éditeur), novembre 1992.
5. «A Study of Means to Improve the Quality of Research and Education in Mechanical Engineering at Canadian Universities», Johnn Lockyer, Industrie, Sciences et Technologie Canada, Ottawa (Ontario), mars 1992.
6. Synthesis Coalition, 445 Engineering and Theory Center, Université Cornell, Ithaca, NY, 14853, USA.
7. «Le développement du secteur de l'ingénierie», Conseil des universités, Gouvernement du Québec, octobre 1992.
8. «Elles font une différence», Rapport du Comité canadien des femmes en ingénierie, Monique Frize, ing, Ph.D., prés., Université du Nouveau-Brunswick, Fredericton, N.B., avril 1992.

RECOMMANDATIONS

1. Que l'Académie canadienne du génie, de concert avec les autres groupements d'ingénieurs au Canada, concentre ses efforts en vue de sensibiliser le public à l'importance de la profession d'ingénieur pour le bien-être du Canada, ainsi qu'aux caractères propres au génie, en tant que secteur d'activités distinct de celui de la science ou de la technologie.
2. Que l'Académie canadienne du génie s'engage, de concert avec les facultés d'ingénierie, les universités, l'industrie, les associations professionnelles, les sociétés techniques et les gouvernements, à promouvoir activement et de façon soutenue une formation en ingénierie de contenu et de qualité appropriés.
3. Que les facultés d'ingénierie acceptent, comme objectif principal, de donner une formation qui prépare les étudiants à accéder à la profession d'ingénieur.
4. Que les facultés d'ingénierie s'assurent d'offrir, au niveau du baccalauréat, des programmes d'ingénierie étendus, visant à donner aux étudiants une formation générale et à leur inculquer les notions fondamentales nécessaires à la discipline, ainsi que celles sur lesquelles reposent les disciplines étroitement liées à cette dernière. Il faut éviter les programmes spécialisés au niveau du baccalauréat.
5. Que les cours du baccalauréat soient axés sur l'inculcation des qualités fondamentales (connaissances, notions, techniques, habiletés, habitudes et intuition) jugés durables et d'applicabilité pérenne. Vu la courte durée de vie de la plupart des informations techniques, l'inclusion d'informations spécifiques dans les cours devrait être fondée principalement sur l'apport de celles-ci à l'acquisition des qualités fondamentales sus-mentionnées.
6. Que les facultés d'ingénierie établissent et maintiennent des moyens suffisants pour obtenir sur une base continue des intrants significatifs de la part des praticiens du génie, c'est-à-dire les personnes en mesure d'exprimer les besoins du marché.
7. Que les cours permettent de traiter du contexte social et environnemental du génie, tant de ses aspects positifs que de ses répercussions négatives.
8. Que les cours permettent à l'étudiant d'entreprendre au moins un travail de conception d'envergure. Il faut choisir un travail qui mette l'accent sur une approche holistique.
9. Que la conception et la didactique de chaque programme d'ingénierie soient fondées sur les applications, dans un contexte d'intégration des notions élémentaires de mathématiques, de sciences physiques, de sciences de l'ingénieur et d'analyse et de leur utilisation en modélisation, en résolution de problèmes, en optimalisation et au moment de porter des jugements propres à l'ingénieur.
10. Qu'on assigne aux professeurs doyens de génie, c'est-à-dire ceux qui possèdent une vaste expérience pratique, la tâche d'enseigner les matières fondamentales du programme dans un cadre d'intégration.
11. Que les facultés d'ingénierie consacrent les ressources nécessaires à l'utilisation pédagogique d'exemples de conception utiles et de notre temps. Il faut à cet égard maintenir des interactions efficaces entre les professeurs et les ingénieurs praticiens et allouer les moyens nécessaires pour adapter les exemples au contexte des études de baccalauréat.

12. Que les exercices de conception soient structurés de façon à permettre aux étudiants de développer l'aptitude à rechercher les informations appropriées aux bibliothèques, ainsi que dans les revues scientifiques, les normes, les bases de données informatiques et les sources de nature différente.
13. Que les programmes soient structurés de façon à accorder plus de place à l'acquisition de la capacité de communiquer avec efficacité par les étudiants, au moyen de rapports écrits, d'exposés des résultats de conception à des groupes de pairs et d'instructeurs et de périodes subséquentes d'échange avec ceux-ci.
14. Que les professeurs songent à accorder plus de place à la méthode d'étude de cas dans leur enseignement des matières du génie.
15. Que l'Académie canadienne du génie joue un rôle prépondérant dans l'établissement d'un réseau de demande, de préparation et de diffusion d'études de cas, notamment d'origine canadienne, dans le domaine du génie, qui pourraient être utilisées dans les programmes de formation des ingénieurs.
16. Que le programme de premier cycle soit conçu pour développer les qualités de travail d'équipe et de leadership par des activités d'apprentissage réciproque.
17. Que chaque programme de baccalauréat en génie permette et exige même l'acquisition d'une expérience pratique.
18. Que l'industrie canadienne accepte d'assumer graduellement et collectivement sur une base permanente la responsabilité de fournir aux étudiants du baccalauréat en ingénierie la possibilité d'acquérir une expérience pratique adéquate.
19. Que l'industrie et les gouvernements prennent des mesures visant à inciter les étudiants en génie à acquérir de l'expérience dans diverses régions du pays et à l'étranger.
20. Que la durée (32 mois d'enseignement formel) des programmes actuels de premier cycle menant au diplôme de bachelier en génie ne soit pas modifiée.
21. Que le Bureau canadien d'accréditation des programmes d'ingénierie mette avant tout l'accent sur des critères d'accréditation fondés sur des exigences de compétence du corps professoral, de qualité de l'environnement d'apprentissage et de niveau des qualités, des aptitudes et des connaissances acquis par les étudiants du premier cycle en génie. Les exigences de conformité de composition des programmes devraient être conservées, mais revêtir une importance secondaire.
22. Que les facultés d'ingénierie canadiennes restructurent leurs études des cycles supérieurs de façon à établir des programmes de maîtrise professionnelle appropriés ou à étoffer les programmes de maîtrise professionnelle valables déjà en place.
23. Que chaque programme de maîtrise professionnelle soit conçu de façon à répondre aux besoins propres aux principaux cheminements de carrière que peuvent emprunter les diplômés du baccalauréat : la conception et la fabrication, la gestion et la recherche et le développement dans le secteur du génie. Certains programmes pourront être axés sur les besoins d'un secteur particulier de l'industrie canadienne.

24. Que la durée de chaque programme de maîtrise professionnelle soit d'environ trois étapes normales de cours ou une année civile.
25. Que chacun des programmes de maîtrise professionnelle comporte un degré similaire de difficulté intellectuelle.
26. Que les dispositions de soutien et de financement de ces programmes de maîtrise professionnelle soient telles que les étudiants trouvent opportun de s'y inscrire au moment où l'expérience constitue pour eux un atout précieux. En outre, il faudrait faciliter l'accès des étudiants à temps partiel aux programmes.
27. Qu'au moment de concevoir les programmes de maîtrise professionnelle, on mette l'accent sur la formation de diplômés en génie qui posséderont les qualités et le potentiel nécessaires pour apporter une contribution majeure à l'établissement de nouvelles entreprises, à la restructuration de procédés existants et au développement de nouveaux produits et services.
28. Que les facultés d'ingénierie élaborent et offrent des programmes de maîtrise professionnelle d'un an en gestion d'ingénierie qui soient adaptés à leurs programmes de baccalauréat révisés, en prenant soin d'interpréter l'expression «conception» dans un sens très large, de façon à inclure les cours de spécialités techniques de niveau avancé et les projets de conception, de fabrication, de production, d'exploitation et d'entretien liés aux procédés, aux dispositifs ou aux systèmes.
29. Que les ingénieurs praticiens hautement qualifiés jouent un rôle majeur à titre d'enseignants dans les programmes de maîtrise axés sur la conception.
30. Que les facultés d'ingénierie et les facultés de gestion unissent leurs efforts pour établir et donner le contenu de programmes de maîtrise professionnelle d'un an en gestion d'ingénierie.
31. Qu'on continue d'offrir des programmes de deuxième cycle axés sur la recherche et le développement, mais que ceux-ci soient conçus de façon à pouvoir être complétés à l'intérieur d'environ 3 étapes normales de cours ou une année d'études à plein temps.
32. Que les programmes de doctorat en ingénierie, tout en étant axés sur la recherche, visent un équilibre entre la contribution novatrice et significative aux connaissances dans le domaine et l'acquisition des qualités supérieures d'innovation et d'objectivité technique par l'étudiant.
33. Que les règlements permettent à l'étudiant qui a obtenu une maîtrise professionnelle de s'inscrire directement à un programme de doctorat en ingénierie.
34. Que les directeurs de recherche incitent les étudiants de doctorat en ingénierie à entretenir durant leurs études des rapports étroits avec leurs homologues dans l'industrie.
35. Que les professeurs et les étudiants des cycles supérieurs qu'ils dirigent mettent l'accent sur les projets de recherche, de développement et de conception visant à résoudre les problèmes actuels et futurs au sein de la société canadienne et à saisir les occasions que présente et présentera celle-ci.
36. Que la profession d'ingénieur au Canada envisage d'exiger une période plus formelle et plus longue (période de quatre ans, par exemple) de formation pratique des ingénieurs stagiaires avant que ceux-ci n'obtiennent le droit de pratique.

37. Que l'industrie qui emploie des ingénieurs prévoit de mettre en place des programmes de perfectionnement appropriés pour les ingénieurs stagiaires, ainsi que de nommer des tuteurs compétents. Les entreprises de petite et de moyenne taille devraient étudier la possibilité de se constituer en groupes afin de mieux être en mesure de fournir de tels programmes à leurs ingénieurs.

38. Qu'en plus de jouer un rôle actif dans une société technique appropriée, chaque ingénieur qui exerce sa profession puisse profiter d'un programme de formation continue et de mise à jour des compétences.

39. Que tous les employeurs contribuent par leur soutien, leur encouragement, l'octroi de temps libre et leur appui financier, à la participation des ingénieurs membres de leur personnel à des programmes appropriés de maintien des compétences et de la facilité d'adaptation.

40. Que les associations professionnelles d'ingénieurs, de concert avec les sociétés techniques, les universités et les organisations industrielles, instaurent un programme visant à reconnaître la participation des ingénieurs à des activités d'éducation permanente appropriées, en vue de faire tôt ou tard d'une telle participation un élément d'un processus de révision nécessaire au maintien du droit de pratique de la profession.

41. Que les administrateurs de chaque faculté d'ingénierie adoptent comme objectif d'assurer la compatibilité entre les compensations accordées à leurs professeurs et la prépondérance d'une formation utile.

42. Que les universités reconnaissent que les objectifs et responsabilités des facultés professionnelles, comme la faculté de génie, sont quelque peu différents de ceux des autres disciplines.

43. Que les universités maintiennent des critères de recrutement et de promotion des professeurs suffisamment larges pour tenir compte des besoins propres aux facultés de génie. Ces critères devraient reconnaître de façon appropriée la compétence en enseignement, les activités de recherche et de conception, l'expérience et les réalisations professionnelles, les services à la collectivité, ainsi que les contributions à la planification, à la gestion et à l'administration du processus éducatif.

44. Que le Comité national des doyens en génie et en sciences appliquées (CNDGSA) élabore un ensemble approprié de lignes directrices qui permettraient d'établir les critères de recrutement, de promotion et de titularisation des professeurs de génie.

45. Qu'en matière d'application des critères de promotion des professeurs de génie, les universités accordent un poids significatif aux intrants des personnes, comme les ingénieurs praticiens, les récents diplômés en génie et les ingénieurs à mi-carrière, ainsi que les collègues professeurs chevronnés possédant une expérience appropriée en génie, qui connaissent bien les diplômés et la profession et les besoins connexes.

46. Que les administrateurs des facultés d'ingénierie donnent aux jeunes professeurs l'occasion et l'encouragement nécessaires pour élaborer des programmes de recherche appropriés et pour établir des rapports valables avec l'industrie.

47. Que l'octroi des fonds de recherche aux professeurs canadiens de génie soit fondé dans une large mesure sur la contribution potentielle de leurs travaux à la résolution des problèmes d'importance nationale.

48. Que les organismes comme le CRSNG et le CNRC, ainsi que les ministères, établissent, développent et accentuent les programmes de soutien des projets de recherche et de développement conjoints industrie-universités.
49. Qu'au moment d'évaluer les demandes de subventions pour les projets de recherche et de développement conjoints université-entreprise, les organismes subventionnaires accordent une plus grande importance à l'engagement de l'entreprise à contribuer du temps et des fonds en rapport avec les ressources dont elle dispose.
50. Que les organismes de financement de la recherche reconnaissent que le résultat le plus important de la plupart des projets de recherche universitaire est l'élite qui est formée.
51. Que les facultés d'ingénierie veillent à maintenir des systèmes de compensations qui accordent autant d'importance à la qualité de l'enseignement qu'à celle de la recherche.
52. Que, sachant fort bien que l'enseignement d'un cours d'introduction aux étudiants en génie exige des connaissances étendues, des compétences appropriées et une vaste expérience, les facultés d'ingénierie fasse de l'affectation de cette tâche à un professeur un témoignage de couronnement de carrière.
53. Que les facultés d'ingénierie élaborent et mettent en place graduellement une politique de recrutement de la majorité de leurs professeurs chez les personnes qui ont acquis quelques années d'expérience pratique en ingénierie.
54. Que les organismes subventionnaires accroissent leurs programmes de bourses post-doctorales dans l'industrie.
55. Que les facultés d'ingénierie incitent et aident de façon tangible leurs professeurs à aller dans l'industrie pour leurs congés sabbatiques de recherche et de formation.
56. Que l'industrie prennent les dispositions nécessaires pour employer les professeurs de génie durant leurs congés de recherche et de formation.
57. Que les facultés d'ingénierie incitent leurs professeurs à conclure des ententes de consultation appropriées avec l'industrie et les autres usagers de services de génie.
58. Que les universités veillent à ce que le rapport professeurs/étudiants dans les facultés d'ingénierie soit suffisamment élevé pour permettre aux professeurs de consacrer le temps et les efforts nécessaires pour fournir une formation professionnelle adéquate.
59. Qu'étant donné que les activités des ingénieurs sont en majeure partie productrices de richesses, le gouvernement fédéral et les gouvernement provinciaux adoptent une politique officielle en enseignement qui, en allouant de façon sélective les ressources appropriées à l'enseignement et à la recherche en génie, mette la priorité sur l'arrivée d'un nombre adéquat de nouveaux diplômés compétents dans la profession;
60. Que les gouvernements provinciaux permettent aux universités d'établir les barèmes de frais de scolarité pour les programmes de baccalauréat, dont celui en génie, avec comme condition que ces fonds retournent aux facultés appropriées. Il faudrait instaurer des programmes de prêts à l'intention des étudiants qui sont aptes à s'inscrire à ces programmes mais qui n'ont pas les ressources financières nécessaires.

61. Que le CRSNG reconnaisse que la conception, le développement et la gestion en génie sont des parties intégrantes de la recherche en ingénierie. Le CRSNG devrait également continuer d'accorder une aide financière aux étudiants qui s'inscrivent à un programme de maîtrise professionnelle en génie.