

POINT DE REPÈRE

L'INTÉGRATION DE CONNAISSANCES EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL EN FORMATION UNIVERSITAIRE

Le cas du génie mécanique au Québec

► Stéphane HALLÉ, Sylvie NADEAU
École de technologie supérieure, Montréal,
Québec
► Diane RODIER
Commission de la santé et de la sécurité du
travail, Montréal, Québec

Le présent projet est issu des collaborations entre la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), l'École de technologie supérieure (ÉTS), ses partenaires privés (Jelco-Alubox, Dessau-Soprin, Pratt & Whitney Canada), institutionnels (Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ), Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST)) et universitaires (Université du Québec à Rimouski (UQAR), Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), Université de Sherbrooke, École Polytechnique de Montréal).

Le présent article vise à présenter l'importance de l'intégration de connaissances en santé et sécurité du travail dans la formation des ingénieurs. Il propose également un cadre de référence ainsi que les thématiques de risques devant être couvertes dans la formation des ingénieurs mécaniciens.

Les institutions chargées de la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, les responsables de l'accréditation des programmes de formation en ingénierie, de protection du public quant à la pratique du génie et de l'enseignement en ingénierie considèrent stratégiquement déterminant l'intégration de connaissances en santé et en sécurité du travail dans les formations en ingénierie.

DESCRIPTION DU CONTEXTE ET PRÉSENTA- TION DES PROBLÈMES AYANT INITIÉ LES QUESTIONS DE DÉPART

Lors du deuxième séminaire sur l'enseignement en santé et en sécurité du travail de l'Association internationale de la sécurité sociale (AISS) (comité international pour l'éducation et la formation à la prévention) un protocole a été adopté à Québec (2003) pour enca-

drer, promouvoir et soutenir les collaborations entre les institutions chargées de la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles et les responsables de l'enseignement technique et professionnel. À l'issue de ce séminaire, la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) et le Ministère de l'éducation du Québec (MEQ), devenu le Ministère de l'éducation, du loisir et du sport (MELS), ont signé une entente en vue d'améliorer l'intégration de la santé et la sécurité du travail dans la formation professionnelle et technique, selon les principes énoncés dans le protocole. Les principes proposés dans le protocole de Québec [1]

s'appliquent également aux institutions universitaires :

■ Les compétences en santé et sécurité du travail associées à chacune des étapes de réalisation d'un travail sont intégrées à la formation au fur et à mesure de l'apprentissage du métier.

■ La maîtrise des connaissances requises et des pratiques recommandées en matière de santé et de sécurité du travail fait l'objet d'une évaluation intégrée de la formation.

■ Le milieu de la formation adopte des pratiques exemplaires en matière de santé et de sécurité pour l'élève et favorise leur mise en œuvre par des politiques ou des codes.

■ Le matériel, l'équipement et l'environnement répondent aux normes et aux règles reconnues en matière de santé et de sécurité du travail.

L'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) offre une formation en gestion des risques aux ingénieurs québécois. Cette initiative découle directement du code de déontologie spécifiant que « dans tous les aspects de son travail, l'ingénieur doit respecter ses obligations envers l'homme et tenir compte des conséquences de l'exécution de ses travaux sur l'environnement et sur la vie, la santé et la propriété de toute personne » [2]. En octobre 2003, s'est tenu un atelier de l'Organisation for Economic Co-operation and Development [3] sur le sujet. Il ressort de cet atelier d'envergure internationale, que les ingénieurs :

■ ont la responsabilité professionnelle de tenir compte des risques potentiels du fruit de leur travail sur la santé humaine, l'environnement et la propriété d'autrui,

■ doivent communiquer l'information sur les risques à tous les intervenants impliqués aux différentes phases du cycle de vie d'un projet,

■ ont la responsabilité d'influencer la culture de leur institution ou de leur entreprise dans le sens d'une meilleure prise de conscience de la sécurité dans les décisions à tous les niveaux hiérarchiques,

■ ont le devoir d'identifier les problématiques de sécurité et d'exercer leur leadership en la matière,

■ doivent intégrer les points de vue d'autres domaines dans les décisions concernant les risques (légal, social, économique, santé, environnement, psychologique et communications),

■ doivent être conscients des limites de leurs connaissances et s'activer en veille technologique sur les risques.

L'OIQ envisage la gestion des risques selon une approche globale, intégrant les risques à la santé et à la sécurité du travail, la sécurité opérationnelle, la sécurité du public et la protection de l'environnement.

Le Bureau canadien d'accréditation des programmes en ingénierie (BCAPI) exige des ingénieurs, de toutes les disciplines, des connaissances en santé et sécurité du travail dans son article 2.2.7 « Les étudiants de chaque programme doivent être sensibilisés au rôle et aux responsabilités de l'ingénieur dans la société. Une couverture adéquate de l'éthique, de la santé et de la sécurité du public, des travailleurs et des concepts de développement durable et de gestion environnementale doivent faire partie du programme » [4].

L'objet de la Loi sur la santé et la sécurité du travail est « l'élimination à la source même des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs » [5]. Dans l'élaboration d'un programme de prévention plusieurs mesures préventives sont possibles : élimination du risque dès la conception, limitation des paramètres dangereux des machines et procédés, installation de dispositifs d'isolation, de blocage, d'interdiction, analyse de la sécurité après défaillance, réduction des probabilités de pannes ou d'erreurs, développement et utilisation d'équipements de protection individuelle, développement et utilisation de procédures de travail, récupération de l'événement dangereux. Les ingénieurs, par leur action professionnelle, sont, sans aucun doute, des agents importants dans l'atteinte des objectifs de la loi.

Minerva Canada, originellement National Safety Management Society (USA), et Canadian Society of Safety Engineering et ses partenaires : DuPont Canada, Esso Canada, General Motors Canada, Développement des ressources humaines Canada, Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS), Industrial Accident Prevention Association (IAPA), Ministère de la main-d'œuvre et le Workplace and Safety Insurance Board Ontario (WSIB) ont constaté un manque d'outils pédagogiques pour soutenir le corps professoral canadien dans

l'introduction des notions et principes de santé et de sécurité au travail dans la formation postsecondaire.

Depuis 2001, la CSST s'est dotée d'un plan d'action en trois volets pour mener les employeurs et les futurs travailleurs à mieux prendre en charge la santé et la sécurité du travail et dont la cible ultime est de développer une culture de prévention, soit :

■ sensibiliser les jeunes d'âge scolaire à la prévention,

■ soutenir des projets d'intégration des compétences en santé et de sécurité du travail dans la formation professionnelle, technique et universitaire,

■ sensibiliser les jeunes qui intègrent le milieu de travail et soutenir leurs employeurs dans l'intégration sécuritaire des jeunes au travail [6].

Lors d'une présentation de l'Université de Sherbrooke et de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) en 2005, sur le transfert des compétences en formation sur la gestion de la sécurité des machines et les moyens de protection, il a été souligné la nécessité d'introduire des notions de santé et de sécurité dans les programmes de formation universitaire, notamment en ingénierie. L'IRSST a également confirmé son intérêt à soutenir les universités québécoises dans leurs efforts d'intégration de ces connaissances dans leurs programmes actuels.

Dans ce contexte et suite à des accidents graves dans le milieu de travail de stagiaires et d'un diplômé de l'École de technologie supérieure (ÉTS), la haute direction de l'ÉTS a consolidé son engagement d'intégrer des connaissances en santé et sécurité du travail dans le milieu universitaire.

Le présent projet est issu de la conjoncture décrite ci-haut, des pourparlers ainsi que des collaborations entre la direction de la CSST, l'ÉTS, ses partenaires privés (Jelco-Alubox, Dessau-Soprin, Pratt & Whitney Canada), institutionnels (OIQ, IRSST) et universitaires (UQAR, UQTR, UQAT, Université de Sherbrooke, École Polytechnique de Montréal).

OBJECTIFS

L'objectif du projet est de doter les enseignants en génie mécanique du Québec de ressources afin que les futurs ingénieurs mécaniques intègrent à leur pratique professionnelle les considérations de santé et de sécurité du travail.

Nous ne visons pas à nous limiter simplement à la présentation de faits et à l'enseignement de notions, approches et outils. Nous visons le développement de savoirs à l'intérieur d'un cadre de référence :

- permettant d'intégrer les éléments importants des différentes disciplines,
- pouvant être utilisées dans la pratique du génie mécanique,
- suffisamment large et complet pour adresser les nouveaux problèmes auxquels les futurs ingénieurs seront confrontés.

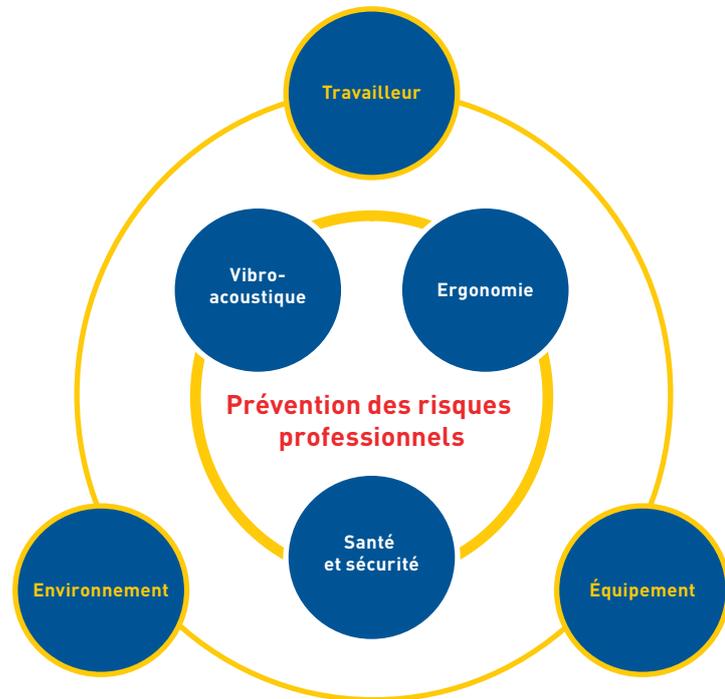
CADRE DE RÉFÉRENCE

Dans sa pratique, l'ingénieur mécanique sera confronté à de nombreux projets où l'interface humain-équipement ou humain-environnement doivent être pris en compte. L'ingénieur doit alors viser le maximum d'adaptabilité mutuelle tout en rencontrant les impératifs de conception de systèmes mécaniques de plus en plus complexe à cause du nouveau paradigme de production de biens et services qu'est le « sur mesure » de masse.

Aux savoirs en statique, dynamique, technologie des matériaux, Conception assistée par ordinateur (CAO)/ Fabrication assistée par ordinateur (FAO) /Ingénierie assistée par ordinateur (IAO), thermodynamique, résistance des matériaux, mécanique des fluides, systèmes manufacturiers, conception vibratoire, éléments de machines, transfert de chaleur, circuits électriques et électrotechniques, automatique et mécatronique, contrôle de la qualité, maintenance industrielle, acoustique, mécanique du bâtiment, robotique, etc., l'ingénieur doit intégrer des notions en ergonomie, en sécurité, en hygiène et en gestion des risques (cf Figure 1).

FIGURE 1

Modèle conceptuel d'intégration de la santé et de sécurité du travail en formation universitaire – génie mécanique



Ce modèle regroupe un large éventail de thématiques de risques, incluant :

- Gestion des risques.
- Processus de normalisation et d'homologation.
- Législation et réglementation.
- Gestion de la santé et de la sécurité dans les entreprises.
- Identification des risques reliés aux chantiers, aux mines et aux lieux de travail non permanents.
- Identification des risques industriels :
 - établissements industriels et aménagement des installations,
 - chaudières et vaisseaux sous pression,
 - systèmes électriques,
 - protection incendie,
 - manutention de matériel (aire d'entreposage, appareils de levage, convoyeurs, monte-charges, élévateurs, chariots élévateurs),
 - machines et équipements (outils portatifs, procédés de soudage et de coupe, machines à travailler le bois, les métaux et les plastiques),
 - nouvelles technologies (robotique, fabrication de composites et autres).

■ Évaluation et contrôle des risques :

- bruit,
- vibrations segmentaires et vibrations globales du corps,
- incendie, risques chimiques et biologiques,
- environnement industriel (confort thermique et qualité de l'air intérieure),
- sécurité des systèmes électriques,
- ergonomie physique et biomécanique,
- ergonomie cognitive.
- Conception des machines et des équipements industriels :
 - analyse des défaillances,
 - résistance des éléments structuraux et des composants mécaniques,
 - conception sécuritaire des systèmes de commande et des machines et équipements,
 - conception et évaluation des dispositifs de protection des machines et équipements,
 - équipements de protection individuelle et collective,
 - entretien préventif des machines et des équipements,
 - méthodologie de conception pour la sécurité,
 - conception des lieux de travail.

RÉSULTATS DE LA PRATIQUE MISE EN PLACE

Selon les définitions utilisées par les différentes institutions universitaires, un ingénieur mécanique est celui ou celle qui :

■ est apte à planifier et à mettre en œuvre des projets faisant appel aux diverses applications de la mécanique qui a la capacité de concevoir des prototypes et de sélectionner, d'implanter et d'adapter des équipements et des systèmes de production (ÉTS),

■ conçoit, réalise, analyse et adapte des éléments et des systèmes mécaniques, et ce, en insistant sur la conception technique, l'intégration des systèmes et la prise en compte des aspects éthiques, sociaux et économiques de l'ingénierie (UQAR),

■ s'intéresse à la robotique industrielle, l'informatique, l'automatisation des procédés de fabrication, la conception, l'installation et l'amélioration des machines et des instruments, la mise au point des machines servant à produire de l'énergie et à optimiser l'utilisation de leurs ressources (UQTR),

■ conçoit des produits, des machines et des systèmes complexes où les efforts et le mouvement jouent un rôle important (Université de Sherbrooke et École Polytechnique de Montréal).

À partir de ces définitions et du modèle conceptuel d'intégration de la santé et sécurité du travail, nous allons créer un cahier pédagogique inter-institutionnel. Ce cahier permettra d'introduire dans la formation des ingénieurs mécaniques des connaissances et des outils pour intégrer la santé et la sécurité du travail par les normes et législation en vigueur, mais également par une meilleure compréhension des besoins des utilisateurs et de l'utilisation des produits, machines et systèmes conçus. La santé et la sécurité du travail devraient ainsi devenir des objectifs de conception et être intégrés aux aspects techniques toujours aussi importants. Nous rejoignons ainsi les recommandations de plusieurs chercheurs et professeurs dont De la Garza et Fadier (2005), Schleyer et al. (2005) [7, 8, 9]. Dans un contexte de promotion du développement durable, nous prenons des mesures, à même la formation des ingénieurs mécaniciens, pour soutenir le développement de pratiques de travail

protégeant les travailleurs et les travailleuses et ce, dans une optique de prévention durable.

GESTION DES PROPRIÉTÉS INTELLECTUELLES

Partager des outils pédagogiques suppose une gestion des propriétés intellectuelles et de partage des droits économiques. Les membres du comité de travail en charge de la conception du cahier pédagogique inter-institutionnel souhaitent :

■ protéger leurs droits moraux, c'est-à-dire être reconnus comme étant les auteurs de leurs œuvres et empêcher toute modification de ces dernières,

■ protéger les droits économiques des titulaires, c'est-à-dire que leurs œuvres soient accessibles et utilisables pour des fins d'enseignement, de recherche et non-commerciales, seulement par des professeurs membres du corps professoral québécois en génie mécanique. Le matériel didactique étant souvent développé dans le cadre d'un lien d'emploi auteur-institution universitaire, le titulaire des droits économiques n'est pas toujours l'auteur de l'œuvre.

Dans ce contexte, plusieurs types d'ententes en matière de droits d'auteurs ont été étudiés, dont la « licence creative commons » catégorie paternité – sans modification. Après consultation des institutions d'attache de chacun des membres du comité de travail quant à leurs politiques sur la propriété intellectuelle et d'un expert en la matière, il s'est avéré opportun de créer un Consortium en santé et en sécurité du travail. Ce Consortium est chargé de mettre en ligne la version numérique des œuvres fournies par les auteurs supportée par un portail web, d'en assurer l'accès gratuit, par mot de passe individualisé (limité aux membres du Consortium ou professeurs/chercheurs externes, mais dûment autorisés par le Consortium) et d'en faire la diffusion. Les responsables de ce Consortium se doivent de signer avec chacun des auteurs et pour chacune des œuvres une convention de licence d'exploitation de l'œuvre et une licence d'utilisation de l'œuvre. Finalement une entente inter-institutionnelle visant à encadrer les

conditions de création et d'utilisation du portail web du Consortium est en cours de signature. Il s'agit d'une première, à notre connaissance, au Québec.

DISCUSSION DES RÉSULTATS, RETOUR SUR LES PROBLÈMES ET LE CONTEXTE

Nous ne prétendons pas que ce cahier sera exhaustif, au contraire. Nous croyons qu'il évoluera par la rétroaction des utilisateurs non experts en santé et sécurité du travail, par le développement de nouvelles technologies tant pédagogiques qu'industrielles et par l'esprit créatif des experts de santé et de sécurité du travail qui y dédieront des ressources dans le futur.

Comme l'a si bien dit Coutarel (2005) [10] « L'implication des acteurs de la santé au travail dans la formation des élèves des grandes écoles, qui sont les futurs décideurs, constitue certainement un enjeu important » pour une prévention durable de la santé et de la sécurité des travailleurs d'aujourd'hui et de demain.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les institutions chargées de la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, les responsables de l'accréditation des programmes de formation en ingénierie, de protection du public quant à la pratique du génie et de l'enseignement en ingénierie considèrent stratégiquement déterminant l'intégration de connaissances en santé et en sécurité du travail.

Pour répondre à ces objectifs du milieu du travail (Pratt & Whitney Canada, Dessault-Soprin, Jelco-Alubox, Du Pont Canada, Esso Canada, General Motors Canada pour ne nommer que quelques entreprises) et de la formation, nous avons mis en place un comité de travail regroupant des professeurs

et des chercheurs de plusieurs institutions et organismes. Ce comité est en voie de créer un cahier pédagogique permettant à tous les professeurs de génie mécanique du Québec d'accéder rapidement à une banque d'objets didactiques (anecdotes, incidents, accidents, thèmes, exemples, exercices, problèmes, études de cas, analyses des conceptions potentiellement déficientes, analyses des scénarios d'accidents, analyses de terrain, situations problématiques, cahiers des charges, normes, politiques, liens et références utiles) pour intégrer des notions de santé et de sécurité du travail avec un minimum d'efforts.

Nous visons une prise en charge de la prévention en formation universitaire en fournissant aux ingénieurs mécaniciens de demain les outils nécessaires pour être des acteurs de premier plan dans la prévention des risques professionnels et industriels. Nous espérons que nos collègues des autres disciplines du génie feront de même et emboîterons le pas à leur façon.

Le projet propose deux des trois modes d'intervention reconnus par l'AISS concernant le changement des attitudes et des comportements : l'intervention chez les « relais démultipliateurs » (enseignants, concepteurs en génie mécanique ou futurs gestionnaires

de personnel hautement qualifié), l'intervention chez les jeunes (19 à 24 ans) et les ingénieurs.

Nous espérons donc contribuer au développement d'une culture de prévention intériorisée par la communauté en génie mécanique et à travers une démarche globale qu'est la création d'une vie académique autour de la thématique de la sécurité du travail et du contrôle des risques industriels.

Remerciements

Ce projet a été rendu possible grâce au financement de l'Université du Québec, de l'École de technologie supérieure, de l'Université du Québec à Rimouski, de l'Université du Québec à Trois-Rivières, de Pratt & Whitney Canada et de la CSST. Nous tenons également à souligner l'appui de l'OIQ, de l'IRSST, de Jelco-Alubox et de Dessau-Soprin.

Les auteurs tiennent à souligner la contribution exceptionnelle des collaborateurs et co-auteurs suivants :

Pierre Déry, Patrick Doucet⁴, Robert Gilbert⁵, Laurent Gratton⁶, Anh Dung Ngô¹, Jean Arteau¹, Hakim A. Bouzid¹, Jean Brousseau², Pierre Dessureault³, François Gauthier³, Frédéric Laville¹, Phieu Le-Huy¹, Françoise Marchand¹, Yvan Petit¹, Marc Thomas¹.

¹ École de technologie supérieure, 1100 Notre-Dame Ouest, Montréal, Québec, H3C 1K3 :

anh-dung.ngo@etsmtl.ca
Jean.Arteau@etsmtl.ca
Hakim.Bouzid@etsmtl.ca
Frederic.Laville@etsmtl.ca
phieu.le-huy@etsmtl.ca
Francoise.Marchand@etsmtl.ca
Yvan.Petit@etsmtl.ca
Marc.Thomas@etsmtl.ca

² Université du Québec à Rimouski, 300, allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1 :
jean_brousseau@uqar.qc.ca

³ Université du Québec à Trois-Rivières, 3351, boul. des Forges, C.P. 500, Trois-Rivières, Québec, G9A 5H7 :
Pierre.Dessureault@uqtr.ca
Francois.Gauthier@uqtr.ca

⁴ Université de Sherbrooke, 2500, boul. de l'Université, Sherbrooke, Québec, J1K 2R1 :
patrick.doucet@USherbrooke.ca

⁵ École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, succ. Centre-ville, Montréal, Québec, H3C 3A7.

⁶ Institut de recherche en santé et en sécurité du travail, 505, boul. de Maisonneuve Ouest, Montréal, Québec, H3A 3C2 :
gratton.laurent@irsst.qc.ca

BIBLIOGRAPHIE

[1] AISS – *Protocole de Québec pour l'intégration de compétences en santé et en sécurité au travail (SST) dans l'enseignement et la formation professionnels et techniques*. CSST, DC 800-205, Canada, 2003, 12 p.

[2] CODE DE DÉONTOLOGIE DES INGÉNIEURS. c.I-9, r.3 – *Loi sur les ingénieurs*. LRQ, c.I-9.

[3] OECD – *Report of the OECD Workshop on Sharing Experience in the Training of Engineers in Risk Management*. Direction de l'environnement, Réunion conjointe du comité sur les produits chimiques et du groupe de travail sur les produits chimiques, les pesticides et la biotechnologie. Série de l'OCDE sur les accidents chimiques, N° 13, France, 2004, 77 p.

[4] CODES DES PROFESSIONS. LRQ, c.C-26, a.87, Québec, Canada.

[5] LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. LRQ, chapitre S-2.1, Québec, Canada.

[6] CSST – *Plan d'action jeunesse 2007 ; pour développer une culture de prévention*. www.qc.ca/jeunes

[7] DE LA GARZIA C. et FADIER E. – *Towards proactive safety in design: a comparison of safety integration approaches in two design processes*. Cogn Tech Work, 7, 2005, pp. 51-62.

[8] SCHLEYER, G., DUAN, R.F., WILLIAMSON, J. et STACEY, N. – *Risk education in engineering, The development of a new syllabus*. The University of Liverpool, Health and safety laboratory, Angleterre, 2005, 18 p.

[9] SCHLEYER, G., DUAN, R.F., WILLIAMSON, J. et STACEY, N. – *Assessing the awareness of risk concepts by new engineering students, Safety of Industrial Automated Systems (SIAS)*. 26-28 septembre, Chicago, 2005.

[10] COUTAREL, F. – *Développer les marges de manœuvre et évaluer nos interventions pour faire face aux TMS : quelles conditions à une prévention durable ?* 40^e congrès de la Société de langue française. Ergonomie et développement durable, Saint-Denis de la Réunion, 21-23 septembre, ANACT, 2005.