

## OPTIMISER LES SITUATIONS DE TRAVAIL (EFFICACITE ET SECURITE) EN CONCEPTION : UNE RECHERCHE SUR LA PRATIQUE DES INGENIEURS

*Fernande Lamonde<sup>1</sup>, Jean-Guy Richard<sup>1</sup>, Lyse Langlois<sup>1</sup>, Alain Vinet<sup>1</sup>, Julie Dallaire<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Département des relations industrielles, Université Laval, Québec (Québec) G1K 7P4, Canada  
[Fernande.Lamonde@rlt.ulaval.ca](mailto:Fernande.Lamonde@rlt.ulaval.ca), [richardjeanguy67@sympatico.ca](mailto:richardjeanguy67@sympatico.ca), [Lyse.Langlois@rlt.ulaval.ca](mailto:Lyse.Langlois@rlt.ulaval.ca),  
[Alain.Vinet@rlt.ulaval.ca](mailto:Alain.Vinet@rlt.ulaval.ca), [julie.dallaire@gmail.com](mailto:julie.dallaire@gmail.com)

### ABSTRACT

The paper presents an on going research studying the design practices of professional engineers. This study of the practice aims more specifically to highlight the means that engineers are using, in concrete situation, to take into account the efficiency and the safety of the operators who will have to use (in operation or during maintenance) production systems or equipments designed during these projects. The case study, which is central to this research, is based on one hand by an analysis of inputs which, beyond the singular organisational context, frames the practice of engineering in the province of Quebec (legal obligation, education, accepted practices, etc.). The research will bring a deeper understanding of favourable and unfavourable factors of optimisation in operating situation (efficiency and safety) during the engineering projects. Some hypothesis of solutions will be developed during the research by a follow-up committee which includes professionals, teachers and researchers in engineering, prevention and ergonomics.

### RÉSUMÉ

Ce compte rendu de conférence présente une recherche en cours portant sur la pratique des ingénieurs en conception. Cette étude de pratique vise plus spécifiquement à mettre en évidence les moyens mis en œuvre par les ingénieurs, en situation réelle de conception, pour prendre en compte l'efficacité et la sécurité du travail des opérateurs qui auront à utiliser (pour l'opération et la maintenance) les dispositifs de production conçus en cours de projet. L'étude de cas, qui constitue le cœur de la recherche, est alimentée en amont par une analyse des déterminants qui, au-delà d'un contexte organisationnel singulier, contribuent à régir la pratique du génie au Québec (obligations légales, formations, pratiques du génie conseil, etc.). La recherche débouchera sur une connaissance approfondie des facteurs favorables et défavorables à l'optimisation des situations de travail lors des projets de conception en ingénierie. Des pistes d'action seront élaborées au fur et à mesure de la réalisation de la recherche par un comité de suivi composé de partenaires des milieux professionnels de même que des enseignants et des chercheurs provenant des milieux de l'ingénierie, de l'ergonomie et de la prévention.

### 1. INTRODUCTION

La véritable optimisation de l'efficacité et de la sécurité des situations de travail passe par la prise en compte du travail futur d'opération et de maintenance à toutes les phases des projets de conception des installations et des équipements de production. Depuis plus de 20 ans, les

recherches en ergonomie ont montré que ce type de démarche permet de mettre efficacement à l'épreuve les choix de conception qui déterminent les situations de travail et ce, à des moments où les marges de manœuvre pour influencer ces choix sont optimales [ex.: 1 à 6]. Une recherche récente [7] montre que dans le cas d'un projet de conception d'une aluminerie québécoise impliquant un ergonomiste et deux préventionnistes, plus de 2 000 situations dangereuses ont pu être éliminées au stade de l'ingénierie, alors que l'usine n'était encore que sur papier ; en outre, plus de 1 000 autres ont été identifiées dont 500 ont été réduites au niveau de risque mineur en modifiant la conception; enfin, pour les situations dangereuses résiduelles, leur intervention a permis d'enrichir le programme de prévention avant même le démarrage de l'usine. Comme le dit Vicente [8], «la clé d'une belle réussite technologique n'est pas la technologie elle-même, mais son harmonisation avec ceux qu'elle est censée aider» (p.297).

La question de la prise en compte de l'efficacité et de la sécurité du travail futur d'opération et de maintenance générée par les choix de conception ne préoccupe pas que les milieux de l'ergonomie ou de la prévention : elle concerne également celui de l'ingénierie. De nouvelles dispositions du Code criminel canadien de même que des initiatives comme «le Plan d'action sécurité des machines» de la Commission de la santé et de la sécurité du Québec (CSST) renforcent en effet l'imputabilité des ingénieurs au niveau de la protection du public et de l'environnement [9]. En marge de ce contexte légal, les tendances actuelles associées au nouveau modèle manufacturier (flux tiré et production en petits lots) obligent à concevoir des installations de production qui minimisent les gaspillages et qui optimisent les temps de réponse de même que les économies de gammes. Ces trois objectifs du Lean Manufacturing s'inscrivent dans la lignée de l'ergonomie de conception puisqu'ils visent avant tout l'optimisation et l'intégration des gens, des machines, des matériaux et des installations, pour améliorer la qualité, le coût, la livraison à temps et le rendement [10, 11].

L'ergonomie et l'ingénierie de conception ne se rejoignent pas qu'au niveau de la préoccupation de prendre en compte le travail réel d'opérations et de maintenance en conception. Des convergences sont également observables au niveau des outils mis en place pour opérationnaliser cette préoccupation. C'est par exemple le cas de l'ingénierie simultanée qui figure comme outil Lean au même titre que l'analyse ergonomique. L'ingénierie simultanée souligne de plus largement l'importance de l'approche multidisciplinaire en conception, mais également de la mobilisation de même que la participation des employés.

Cependant, en ce qui a trait à la conception participative, force est de constater que les nombreuses connaissances produites depuis longtemps par l'ergonomie de conception [ex. : 12] pour en améliorer l'efficacité n'ont encore que partiellement pénétré les milieux de l'ingénierie. Certes, la participation des utilisateurs y est reconnue comme représentant une valeur ajoutée dans un projet de conception : y avoir recours, c'est avoir un accès à des inputs directs concernant les besoins réels des utilisateurs. Pourtant, des études encore récentes montrent que dans la pratique de l'ingénieur, consulter les travailleurs ne va pas de soi. Par exemple, les recherches de Darses et al. [13], menées dans le domaine de l'automobile montrent que des acteurs comme les opérateurs et les ergonomes restent encore peu associés à la conception. A la place, les concepteurs réfèrent à leur propre expérience ou connaissances du comportement probable des utilisateurs. Cependant, leurs représentations de l'utilisation peuvent être erronées ou partielles. Des obstacles se posent également lorsque les concepteurs consultent, de fait, directement les opérateurs et dédient des réunions techniques à la prise en

compte de l'usage (décalage des intérêts, présentation de l'outil plus qu'échanges sur l'usage, etc.) [14, 15].

Ainsi, si la valeur ajoutée des démarches de conception capables de concevoir des systèmes de production en fonction des humains qui les opèrent et en font la maintenance est indéniable, des efforts doivent être déployés pour que les pratiques réelles des acteurs de la conception soient plus en phase avec une telle visée [8].

La présente publication vise à décrire une recherche que nous menons actuellement pour contribuer à un tel objectif. Cette recherche, qui s'étend sur trois ans (2006, 2007 et 2008) a été définie et est réalisée en partenariat avec l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ), l'Association des ingénieurs conseils du Québec (AICQ) et la Commission de la santé et sécurité du travail du Québec (CSST). Trois aspects de cette recherche sont ci-après exposés : la problématique scientifique qui nous a conduits à centrer la recherche sur la pratique réelle des ingénieurs, ses déterminants et ses effets ; la méthodologie d'ensemble de la recherche; les retombées qui en sont attendues.

## **2. OPTIMISER LES SITUATIONS DE TRAVAIL (EFFICACITE ET SECURITE) LORS DES PROJETS DE CONCEPTION : UNE PROBLEMATIQUE QUI CONCERNE LA PRATIQUE DU GENIE**

Les paragraphes qui suivent avancent une série d'arguments pratiques et scientifiques qui ont mené au choix de l'objet d'étude qui est au cœur de la recherche : la pratique des ingénieurs intervenant en conception et ayant, dans ce contexte, à optimiser (du point de vue de l'efficacité et de la sécurité) le travail d'opération et de maintenance généré par les dispositifs de production qu'ils conçoivent.

### **2.1 Étudier la pratique professionnelle pour l'améliorer**

La recherche que nous menons s'inscrit dans la lignée de celles qui, pour contribuer à une optimisation des situations de travail du point de vue de la sécurité et de l'efficacité, produisent et diffusent des connaissances critiques sur les pratiques des professionnels impliqués dans la correction et la conception des installations et des équipements de production.

Cette approche, initiée par Schön [16], a fait ses preuves dans des disciplines variées dont le design industriel [ex. : 17], l'informatique [ex. : 18], l'ingénierie [ex. : 16, 19 à 21] et l'éducation [ex. : 22]. Elle a également trouvé écho en ergonomie et en prévention [ex. : 6, 7, 23 à 29], en particulier en ce qui a trait à la problématique de l'intégration de ces deux aspects dans les projets de conception technique, que ce soit en ingénierie [30], en architecture [6] ou en informatique [31].

### **2.2 Intégrer les spécialistes des «facteurs humains» en conception : des moyens sont disponibles**

Lorsqu'intéressées par l'intégration de l'ergonomie et de la SST en conception, les recherches sur la pratique professionnelle ont principalement examiné les interventions des spécialistes de l'ergonomie et de la prévention – par opposition à celles des autres acteurs de la conception [32]. Ce faisant, ces recherches ont contribué à instruire la question de la coopération entre ergonomes et spécialistes techniques [ex. : 7, 33 à 36]. Elles ont identifié les rôles à jouer, par l'ergonome ou le préventionniste dans les projets de conception [ex. : 37, 38]. Enfin, elles ont contribué à l'émergence de nouvelles modélisations du processus de la conception, plus proches de la réalité que ne le sont les formalisations traditionnelles [ex. : 21, 39].

Si bien qu'aujourd'hui, la démarche qu'un ergonome ou qu'un préventionniste peut mettre en œuvre pour intervenir en conception est relativement connue, voire mise à l'épreuve. Ainsi, les modalités d'une intervention itérative et particulière à chaque étape du projet sont formalisées, par exemple : exploiter des données SST/ergonomie en situation existante et en situation de référence à la phase du préconcept ; insérer des spécifications dans le cahier des charges ; etc. [ex. : 40, 41]. De même, les principes qui doivent guider ces interventions tout au long d'un projet sont désormais reconnus, par exemple : rechercher une double influence, sur les choix de conception et sur la démarche projetée; doser expertise (intervenir comme spécialiste) et transfert de compétences (sensibiliser les acteurs de la conception et les rendre capables d'intervenir sur des problématiques simples, sans pour autant générer de représentations pauvres de leurs disciplines) ; harmoniser les enjeux SST et ergonomie aux enjeux des concepteurs techniques au niveau de la conception même (par exemple, rendre la situation de travail à la fois plus sécuritaire et plus productive), comme de la démarche (par exemple, éviter de mettre en place un processus parallèle de conception).

### **2.3 Optimiser l'issue des projets de conception : agir sur les déterminants des pratiques des ingénieurs**

Malgré les résultats qui viennent d'être exposés, les moyens de réaliser et de réussir la conception de situations de travail efficaces et sécuritaires lors des projets restent à développer [8]. En effet, si la démarche de prise en compte des problématiques d'utilisation (spécialité de l'ergonome) et de SST est de mieux en mieux formalisée, sa mise en œuvre n'entraîne pas jusqu'à présent des résultats toujours satisfaisants et optimaux. Les efforts consentis pour sensibiliser, voire outiller, les concepteurs techniques à l'intégration des aspects ergonomie et sécurité (à la fois par eux-mêmes et en coopérant avec des professionnels de ces disciplines) donnent des résultats mitigés : des risques majeurs pourtant identifiés aux premières phases des projets ne sont pas éliminés ; les démarches ergonomiques de projection de l'utilisation future ne sont pas exploitées à leur plein potentiel ; la programmation du projet est trop souvent dominée par la rationalité technique ; les problèmes SST et ergonomie en situation existante ne sont pas exploités pour enrichir le cahier des charges ; certains concepteurs techniques ne font systématiquement pas appel à des spécialistes de la SST et de l'ergonomie, etc. [ex. : 29, 30, 42]. Ces constats indiquent que pour améliorer la prise en compte de l'utilisation en conception, il faudra déployer des efforts pour comprendre et supporter la transformation des pratiques des concepteurs techniques eux-mêmes.

C'est là une obligation vers laquelle convergent à la fois les chercheurs et le milieu professionnel en ingénierie, qui nous intéresse ici plus particulièrement.

Du côté du milieu professionnel, l'article 2.01 du Code de déontologie des ingénieurs stipule que ceux-ci doivent respecter leurs obligations envers l'être humain et tenir compte des conséquences qu'auront leurs travaux sur l'environnement et sur la vie, la santé et la propriété de toute personne. Cet article «*surpasse en importance toutes les autres obligations contenues dans le Code, incluant celles qui touchent le client ou l'employeur*» [43]. Malgré cela, une enquête réalisée en 2001 auprès d'une centaine d'ingénieurs, à l'initiative de l'OIQ, révèle que ceux-ci éprouvent des difficultés pouvant conduire à la conception de situations à risque : choix de procédés non sécuritaires, manque de connaissance pratique du travail et de l'exploitation, consultation déficiente des opérateurs, difficultés dans l'identification des points faibles d'une solution, etc. [ex. : 40, 44 à 46].

Pour pallier ces difficultés, des partenaires de notre recherche consentent des efforts du côté de la formation de manière à assurer une plus grande sensibilisation des futurs ingénieurs à leur responsabilité en SST. Par exemple, la Commission de la santé et de la sécurité au travail (CSST) collabore avec diverses universités québécoises pour intégrer la SST dans les cours menant à l'obtention d'un diplôme en ingénierie. De son côté, suite à l'enquête de 2001 évoquée plus haut, l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) a initié des démarches visant à accroître les compétences des ingénieurs en lien avec la SST : via l'enseignement du professionnalisme dans les programmes de baccalauréat en ingénierie et via des formations sur la communication et sur l'analyse de risques s'adressant à des ingénieurs déjà en exercice.

Cependant, cette même enquête de 2001 révèle que les compétences des ingénieurs n'expliquent pas toutes les difficultés pouvant conduire à la conception de situations à risque. De plus, du côté du milieu scientifique, des chercheurs ont mis en évidence la portée et les limites des formations de base comme moyen de favoriser la prise en compte de la SST et de l'ergonomie par les non spécialistes [ex. : 47].

En clair, les efforts consentis à améliorer les compétences des ingénieurs à prendre en charge l'ergonomie et la SST sont nécessaires. Cependant, ils ne suffiront pas. La dynamique qui commande la prise de décisions des ingénieurs en action (et donc la mise en application effective des compétences acquises en formation) est également en cause. D'abord, ces prises de décisions ne relèvent pas exclusivement d'une rationalité technique, vue à travers des algorithmes, respectueuse d'obligations légales et codifiées. Comprendre la prise de décision des ingénieurs ouvre sur une nouvelle connaissance à l'égard de la rationalité qui intègre, entre autres, le jugement professionnel et les dimensions axiologiques et culturelles telles qu'elles se déploient en situation réelle de conception [ex.: 48]. Par exemple, tout un domaine de recherche aux États-Unis, connu sous le terme *Engineering Ethics* et reconnu et financé par *National Science Foundation* et le *National Endowment for the Humanities*, cherche à intégrer le champ des préoccupations éthiques au code de déontologie et à mieux guider les actions de l'ingénieur dans sa pratique professionnelle. Comme on le sait, cette réflexion éthique peut être à la remorque exclusive des approches legaliste et technique empêchant de mieux saisir le réel et la complexité des situations. Pour Racine, Legault et Bégin, « la réflexion éthique joue un rôle prospectif et critique par rapport à la déontologie officielle d'une profession » [49]. Ensuite, ce processus décisionnel (à la fois rationnel et éthique) est également lié au contexte organisationnel et institutionnel au sein duquel l'ingénieur agit. En d'autres termes, il est influencé par les facteurs organisationnels et institutionnels qui fixent les conditions d'exercice du travail d'ingénierie. Par exemple, selon l'enquête de l'OIQ, la performance des ingénieurs en gestion de risques serait déterminée par la vision globale qu'ils

ont ou non de leur contexte d'intervention et par la culture dominante prévalant au sein de leur entreprise [44]. En prolongement, des recherches en sociologie ont montré que le déploiement de modèles de conception tablant sur la coopération inter métiers (comme l'ingénierie simultanée) implique des transformations aux niveaux organisationnels ainsi que dans l'organisation interne du métier même d'ingénieur [ex. : 50 à 52]. De même, des chercheurs en ergonomie ont montré que les outils de travail, les facteurs organisationnels et les conditions institutionnelles expliquent la façon dont l'ingénieur va, à la fois, penser la gestion du projet (définition des objectifs, de l'équipe de conception, des contraintes de budget et d'échéancier) et faire les choix de conception en tant que tels [ex. : 5, 21, 30, 32]. Enfin, les recherches en éthique montrent que la fonction d'un code éthique et déontologique est d'affirmer les grands principes et de mieux encadrer et normer les conduites au travail. N'ayant pas pour visée d'engager une réflexion éthique critique sur les responsabilités, une certaine tension est perceptible dans le jugement des ingénieurs entre l'approche déontologique et la réflexion éthique. Or, un code n'a de sens que dans un temps, une culture et un groupe particulier [53].

En conclusion, les connaissances scientifiques produites sur la pratique des ingénieurs montrent que la prise en compte effective, par eux, de l'efficacité et de la sécurité du travail futur dans les projets serait liée à une interaction complexe entre des phénomènes d'ordre cognitif (la prise de décision en contexte), éthique, organisationnel et institutionnel. L'enjeu consiste donc à étudier précisément ces phénomènes en ciblant la pratique des ingénieurs intervenant en conception et en faisant de cette pratique un objet de recherche [30, 53, 24]. La méthodologie mise en œuvre pour surmonter cette épreuve scientifique est exposée dans la section suivante.

### **3. LA METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE : APERÇU GENERAL**

#### **3.1. Une recherche multidisciplinaire**

L'équipe de recherche s'est donnée les moyens de relever le défi en misant sur l'interdisciplinarité. D'une part, les chercheurs sont issus d'horizons disciplinaires variés, à savoir la sociologie des organisations, l'éthique appliquée, l'ergonomie cognitive et l'ingénierie; des ressources spécialisées en droit se sont sporadiquement adjointes au projet. D'autre part, à chaque étape du projet (voir 3.3), un dispositif opérationnel de recueil et d'analyse de données a été pensé de manière à éviter l'approche «par addition des disciplines», une logique à laquelle la pratique de l'ingénierie ne répond pas.

#### **3.2. Quelle pratique spécifique est étudiée ?**

La pratique des ingénieurs en conception couvre une diversité importante. Elle variera, par exemple, suivant qu'il s'agit de génie d'usine ou de travail au sein d'une équipe de conception, au service d'un équipementier, d'une entreprise manufacturière ou d'une firme d'ingénieurs conseils.

La recherche que nous menons s'intéresse plus particulièrement aux projets d'ingénierie menés conjointement par une firme d'ingénieurs conseils et une entreprise cliente. Ces projets

présentent en effet un enjeu majeur. D'abord, de ces projets dépend dans la conception d'un grand nombre de situations de travail avec des conséquences récurrentes sur les conditions de travail et la SST des travailleurs: au Québec comme ailleurs, on observe une tendance à la sous-traitance de la conception [54]. Ensuite, ces projets jouent un rôle clé dans la diffusion de pratiques. Enfin, ils représentent un défi de coordination conception / opérations particulièrement élevé à relever de sorte que l'examen d'un projet sous-contracté risque de révéler des pratiques novatrices. Or, déjà lors de recherches passées, les chercheurs ont fait le choix et démontré l'intérêt d'étudier des pratiques innovantes plutôt que typiques et représentatives de celles qui sont les plus répandues [30]. En effet, la formalisation de telles pratiques et leur examen à la lumière des connaissances récentes en ingénierie de conception permettent d'identifier les écueils qu'une entreprise aux pratiques plus traditionnelles peut éviter, les «bons coups» qu'elle peut reproduire et, globalement, les moyens d'améliorer ses façons de faire en limitant les essais erreurs [30].

### 3.3. Méthodologie spécifique mise en œuvre pour étudier la pratique des ingénieurs concepteurs québécois

La figure 1 présente le canevas général de la recherche. Elle repose sur une étude de cas (volet 2) couplée à une analyse du contexte institutionnel québécois dans lequel baignent les entreprises partenaires cette étude de cas (volet 1).

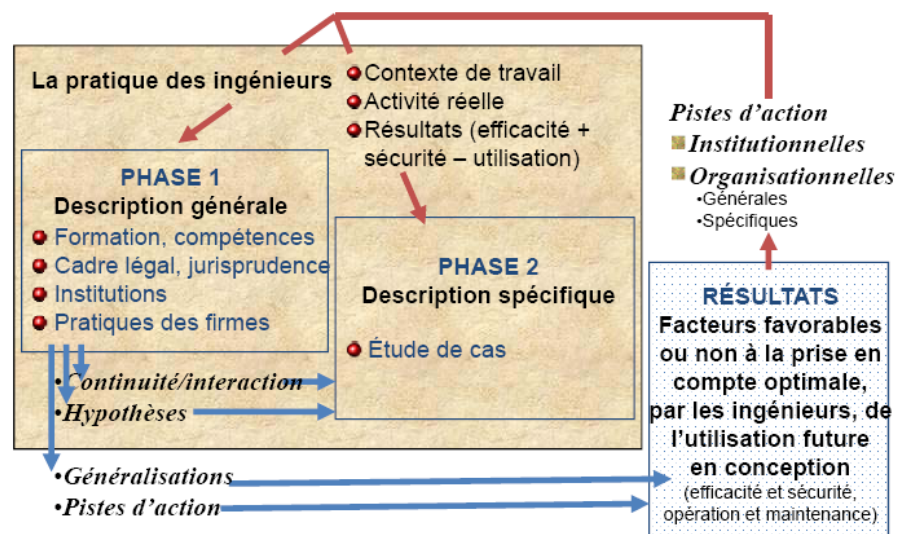


Figure 1. Canevas général de la recherche

#### 3.3.1 Étude de cas

La recherche en est une de terrain, là où se déploie, concrètement, la pratique du génie. L'étude de cas (volet 2), qui en constitue le cœur, s'étend sur 1½ année (incluant une phase de familiarisation réalisée à l'automne 2006). Elle consiste à suivre en temps réel un projet de conception afin de documenter la pratique tant des ingénieurs impliqués dans l'équipe

constituée par la firme d'ingénieurs conseils que ceux nommés par le propriétaire. Deux groupes d'acteurs sont visés :

- des ingénieurs (chefs de projet et concepteurs ; équipes conseil et du propriétaire) impliqués dans la conception de composantes du dispositif à concevoir étroitement liées à des problématiques d'utilisation future. L'objectif est de modéliser leur activité cognitive, c'est-à-dire documenter la dynamique de leurs prises de décision, les déterminants de leurs façons de faire de même que leurs effets;
- des acteurs qui gravitent autour de ces ingénieurs, impliqués directement ou non dans le projet, oeuvrant pour le propriétaire et la firme conseil. Il s'agit d'acteurs des opérations (responsables hiérarchiques de tous les niveaux et opérateurs) et de gestionnaires des projets majeurs. L'objectif est de comprendre l'environnement organisationnel, structurel et stratégique, au sein duquel les ingénieurs de la conception évoluent.

L'étude de cas prévoit également un recueil de données sur des dilemmes éthiques que des ingénieurs ont eu à résoudre dans le cadre du projet de conception. Il s'agit de rencontrer en entretien individuel une vingtaine de chargés de projet et d'ingénieurs concepteurs des entreprises participantes.

Cette méthodologie générale est ajustée de concert avec les entreprises participantes, de manière à respecter leurs contraintes, à minimiser les impacts sur leurs opérations et à optimiser les retombées de la recherche pour elles.

La mise en convergence des données issues des approches cognitive, socio organisationnelle et éthique permettra de décrire la pratique des ingénieurs en conception (incluant la prise en compte de l'utilisateur) dans toute sa complexité.

### **3.3.2 Au-delà de la pratique et du contexte organisationnel singulier**

Cependant, une étape connexe, réalisée en partie en 2006, en partie en 2008, est importante (phase 1). Il s'agit de replacer l'étude de cas (et donc la pratique des ingénieurs, ses déterminants et ses effets) dans une dynamique qui dépasse un contexte organisationnel singulier. Pour ce faire, cette étape de la recherche consiste à documenter :

- 1) la responsabilité légale des ingénieurs à l'endroit des utilisateurs des dispositifs qu'ils conçoivent;
- 2) les situations où des ingénieurs ont conçus des dispositifs à risque allant à l'encontre de leur obligation de protection du public (jurisprudence, enquêtes, etc.) ;
- 3) les efforts consentis à améliorer les compétences des ingénieurs en matière de prise en compte de l'humain en conception (formation initiale et formation continue);
- 4) les pratiques existantes au sein d'une dizaine d'entreprises et de firmes d'ingénieurs conseil en matière de démarches de conception et de prise en compte de l'humain en conception.

Cette phase est cruciale pour comprendre les déterminants institutionnels et culturels de la pratique du génie car : 1) ils agissent en continuité avec les déterminants organisationnels qui seront étudiés au niveau de l'étude de cas; 2) ils permettent de poser des hypothèses sur la



pratique de l'ingénieur salarié, ses déterminants et ses effets (par exemple, via l'analyse jurisprudentielle) orientant l'élaboration de la méthodologie à mettre en place pour l'étude de cas ; 3) ils permettront d'effectuer une analyse critique de ce qui, parmi les enseignements qui seront tirés de l'étude de cas, est et n'est pas transposable à d'autres projets et à d'autres entreprises ; 4) enfin, ils représentent autant de leviers d'action qui permettront de penser la valorisation des résultats de la recherche et ses retombées concrètes en complémentarité avec les efforts déjà investis par nos partenaires (OIQ, CSST, AICQ) et par d'autres institutions influençant aussi le monde du génie (les universités, l'OPQ, etc.).

#### 4. CONCLUSION PROVISOIRE : LES RETOMBEES ATTENDUES

Le principal résultat attendu de cette recherche est une connaissance des facteurs favorables et défavorables à la prise en compte optimale, par les ingénieurs, de l'efficacité et de la sécurité du travail futur d'opération et de maintenance des systèmes de production qu'ils conçoivent. Ces connaissances pourront alimenter les réflexions relatives au développement de solutions originales et fonctionnelles dans des domaines comme la formation des ingénieurs (formations initiales et continues) et les conditions organisationnelles et institutionnelles (légalles et autres) à créer pour favoriser l'efficacité des projets de conception dans le sens des principes du «développement durable internalisé» [44], de la prévention [43] et des nouveaux modèles de production manufacturiers [8, 11]. De telles orientations de valorisation seront spécifiées au fur et à mesure de la recherche en collaboration avec un comité de suivi constitué des trois partenaires de la recherche (tel que mentionné, l'OIQ, la CSST et l'AICQ) et, plus généralement, de représentants des milieux de l'enseignement universitaire, professionnel et scientifique dans les domaines du génie, de l'ergonomie, de la prévention, de l'éthique et de la gestion.

#### 5. REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST) pour son aide financière.

#### 6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] De Keyser V. 1978. L'ergonomie de conception. In : Commissariat général à la promotion du travail (Eds), *Ergonomie de conception : adaptation du travail à l'homme*, Bruxelles.
- [2] Daniellou F. 1988. Ergonomie et démarche de conception dans les industries de processus continu : quelques étapes clé, *Le travail humain*, vol. 51, no 2, 185-194.
- [3] Norman D.A., Draper W.D. 1986. *User Centred Design*, Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates.
- [4] Bodker S. 1991, *Trough the Interface: A Human Activity Approach to User Interface Design*, Hillsdale, Laurence Erlbaum Associates.

- [5] Bellemare M., Trudel L., Ledoux E., Montreuil S., Marier M., Laberge M., Godi M.-J. 2005. *Intégration de la prévention des TMS dès la conception d'un aménagement : le cas des bibliothèques publiques*. Rapport de recherche R-395. Montréal : IRSST.
- [6] Ledoux É., Bellemare M., Trudel L., Montreuil S., Marier M., Laberge M. 2006, *La bibliothèque, un lieu de travail. Guide pratique en ergonomie pour concevoir les espaces*, Les éditions ASTED, APSAM, 145 p.
- [7] Lamonde F., Richard J.-G., Beaufort P. 2007. Project Management, Ergonomics, Health and Safety: the Case of the Design of a Quebec Plant, *Hygiène, sécurité et travail*, INRS – [www.hst.fr](http://www.hst.fr).
- [8] Vicente K.J. 2004. *Le facteur humain. Réinventer notre rapport à la technologie*. Outremont : Les éditions Logiques (Montréal, Québec). Traduction de Vicente K.J. 1999. *Cognitive Work Analysis. Toward Safe, Productive, and Healthy Computer-Based Work*, Mahwah (NJ) : Lawrence Erlbaum Associates.
- [9] 2006, Négligence criminelle, personne n'est à l'abri, *Plan*, mars, p. 34-35.
- [10] Stevenson W. J., Benedetti C. 2006. *La gestion des opérations, produits et services*. 2<sup>e</sup>éd. Montréal : Chenelière/McGraw-Hill, pp. 390-404.
- [11] Womack J., Jones D. 2005. *Système Lean. Penser l'entreprise au plus juste*, 2<sup>e</sup> éd. Paris : Pearson Éducation France, pp. 17-33 et 299-329.
- [12] Lamonde F. 1995. L'ergonomie et la participation des travailleurs. In : R.Blouin, A.Larocque, J.Mercier, S.Montreuil (Ed.), *La réorganisation du travail*, Actes du 50<sup>ième</sup> congrès des relations industrielles de l'Université Laval (2-3 mai), pp. 147-163.
- [13] Darses F., Wolff M. 2006 *How do designers represent to themselves the user's needs? Applied Ergonomics (37)*, pp. 757-764.
- [14] Darses F., Cahour B., Poveda O., André-Thorin F., Delabie J.B., Pêcheux V., 2001. Quelles sont les conditions pour la participation des opérateurs à la conception de leurs dispositifs de fabrication? *Proceedings of the International Conference SELF-ACE*, Montréal, Canada.
- [15] Cahour B., (2002), Décalages socio-cognitifs en réunions de conception participative, *Le travail humain*, tome 65, n°4/2002, 315-337.
- [16] Schön D.A. 1983. *The Reflexive Practitioner: How Professionals Think in Action*, New York: Basic Books (USA).
- [17] Lebahar J.-C. 1996. L'activité de simulation d'un dessinateur CAO dans une tâche de conception. *Le travail humain*, vol. 59, no 3, 253-275
- [18] Burkhardt J.-M., Détienne F. 1995. La réutilisation de solutions en conception de programmes informatiques. *Psychologie française*, vol. 40, no 1, 85-98.
- [19] Vinck D. 1999. *Ingénieurs au quotidien, ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*. Grenoble : PUG.

- [20] Vinck D. 2005. Le travail d'ingénierie. In : G. Minguet et C. Thuderoz (coord), *Travail, entreprise et société : manuel de sociologie pour ingénieurs et scientifiques*, Paris : Presses Universitaires de France, pp. 57-67.
- [21] Darses, F., Détienne, F. & Visser, W. 2004. Les activités de conception et leur assistance. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie*. Paris: Presses Universitaires de France, (pp. 545-563).
- [22] Bourassa B., Serre F., Ross D. 1999. *Apprendre de son expérience*, Québec : PUQ.
- [23] Lamonde, F. 2000. L'intervention ergonomique, un regard sur la pratique professionnelle, Toulouse : Les éditions Octarès.
- [24] Ledoux E. 2003. La conception architecturale: qui sont les concepteurs? In : C. Martin et D. Baradat (coord.). *Des pratiques en réflexion, 10 ans de débats sur l'intervention ergonomique*, pp. 48-52.
- [25] Whysall Z.J., Haslam R.A., Haslam C. 2004. Processes, barriers, and outcomes described by ergonomics consultants in preventing work-related musculoskeletal disorders, *Applied Ergonomics*, vol. 34, no 4, 343-351.
- [26] Toulouse G., Nastasia I., Imbeau D., Archer K., Gaboury C. 2004. L'approche PVA-Kaizen, la SST et l'ergonomie. In : *Ergonomie et normalisation, Actes du XXXIXème congrès de la Société d'ergonomie de langue française / SELF (39e : 15-17 septembre, 2004 : Genève)*, Rey, P., Ollagnier, E., Gonick, V., Ramociotti, D. (éds), Octarès, pp. 103-111.
- [27] Toulouse G., Nastasia I., Imbeau D. (2005), Étude de faisabilité en vue d'intégrer la SST et l'ergonomie à l'approche PVA-Kaizen, *Études et recherches / Rapport R-428*, Montréal, IRSST, 90 p. [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca).
- [28] Baril-Gingras G., Bellemare M., Brun J.-P. 2006. Interventions externes en santé et en sécurité du travail : influence du contexte de l'établissement sur l'implantation de mesures préventives, *Relations industrielles / Industrial Relations*, vol. 6, no 1, 9-44.
- [29] Daniellou F. 2006. Entre expérimentation réglée et expérience vécue : les dimensions subjectives de l'activité de l'ergonome en intervention. *@ctivités*, vol. 3, no 1, 5-18, [www.activites.org](http://www.activites.org).
- [30] Lamonde F., Beaufort P., Richard J.-G. 2002. *La pratique d'intervention en santé - sécurité et en ergonomie dans des projets de conception. Étude d'un cas de conception d'une usine*, Rapport de recherche R-318, Montréal : Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail, [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca).
- [31] Haradji Y. et Faveaux L. 2006.- Évolution de notre pratique de conception (1985-2005): modéliser pour mieux coopérer à partir des critères d'utilité, d'utilisabilité ... *@ctivités*. Vol 3, no 1. [www.activites.org/v3n1/html/haradji.html](http://www.activites.org/v3n1/html/haradji.html).
- [32] Gaillard I., Lamonde, F. 2000. Ingénierie concourante et conception collective : le point de vue de l'ergonomie. *Revue de Psychologie du Travail et des Organisations*. Numéro spécial « Compétences des collectifs », L'Harmattan.

- [33] Mazeau M. et coll. 1995. De l'analyse de l'activité à l'élaboration des solutions, *Performances Humaines & Techniques*, n° hors série (À quoi sert l'analyse de l'activité en ergonomie ?), 52-62.
- [34] *Performances Humaines & Techniques*. 1999. N° hors série (Activité et ingénierie : coopérations et complémentarités).
- [35] Garrigou A., Thibault J.F., Jackson M., Mascia F. 2001. Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception, *PISTES*, vol. 3, no 2 [www.unites.uqam.ca/pistes](http://www.unites.uqam.ca/pistes).
- [36] Wolff M., Burkhardt J.M., De la Garza C. 2005. Analyse exploratoire des 'points de vue' : une contribution pour outiller les processus de conception, *Le Travail Humain*, vol. 68, no 3, 253-284.
- [37] Béguin P. 1997. L'activité de travail : facteur d'intégration durant les processus de conception. In : P. Bossard, C. Chancevriér & P. Leclair, *Ingénierie concourante, de la technique au social*. Paris, Économica, pp. 101-113.
- [38] Daniellou F. 1997. Postface. In : P. Bossard, C. Chancevriér & P. Leclair, *Ingénierie concourante, de la technique au social*. Paris : Économica, pp. 149-153.
- [39] Darses F. 1997. L'ingénierie concourante : un modèle en meilleur adéquation avec les processus cognitifs de conception. In: P. Bossard, C. Chancevriér & P. Leclair, *Ingénierie concourante, de la technique au social*. Paris, Economica , pp. 39-55.
- [40] Efor Conseil S.E.N.C. 1999. *Revue de littérature. L'intégration de l'ergonomie au processus de conception d'usine*, Rapport final déposé à la CSST.
- [41] Benoît R. 2004. *Intégration de la sécurité dès la conception des systèmes de production dans l'industrie papetière, par le développement d'un programme de formation axé sur le transfert de compétence*. Rapport de recherche R-284, Montréal : IRSST.
- [42] De la Garza C. 2005. L'intégration de la sécurité lors de la conception de machines à risques pour les opérateurs : comparaison de logiques différentes de conception, *PISTES*, vol 7, no 1 [www.unites.uqam.ca/pistes](http://www.unites.uqam.ca/pistes).
- [43] OIQ. 2002b. *Le Code de déontologie des ingénieurs, ça nous regarde... et on y voit*.
- [44] OIQ. 2002a. *Les compétences des ingénieurs en matière de gestion des risques*.
- [45] OIQ. 2006. Dossier Sécurité des machines, *Revue Plan*, mars.
- [46] Picard P. 2004. «La gestion des risques : une culture à développer. L'Ordre des ingénieurs estime qu'il y a place à amélioration et veut que les jeunes entendent le message». *Les affaires*, 30 octobre 2004, p. 50.
- [47] St-Vincent M., Toulouse G., Bellemare M. 2000. Démarches d'ergonomie participative pour réduire les risques de troubles musculo-squelettiques : bilan et réflexions, *PISTES*, vol. 2, no 1 [www.unites.uqam.ca/pistes](http://www.unites.uqam.ca/pistes).

- [48] Legault G.A. 1999. *Professionnalisme et délibération éthique : manuel d'aide à la décision responsable*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- [49] Racine, Legault et Bégin 1991, *Ethique et ingénierie*, McGraw-Hill, Montréal, p.192.
- [50] Charue-Duboc F., Midler C. 2002. L'activité d'ingénierie et le modèle de projet concourant, *Sociologie du travail*, vol. 44, no 3, 401-417.
- [51] Lenfle S., Midler C. 2002. Stratégie d'innovation et organisation de la conception dans les entreprises amont, *Revue Française de Gestion*, vol. 28, no 140, 89-105.
- [52] Bucciarelli L. 2002. Between thought and object in engineering design, *Design Studies*, vol. 23, no 3, 219-231.
- [53] Baum R. 1980, *Ethics and Engineering Curricula*, The teaching of Ethics VII, The Hasting Center, Hasting-on-Hudson, p. ix.
- [54] Garrigou A. 2003. La compréhension de l'activité des concepteurs : un enjeu essentiel. In : C. Martin et D. Baradat (coord.). *Des pratiques en réflexion, 10 ans de débats sur l'intervention ergonomique*, pp. 33-47.

## 7. BIOGRAPHIE



Détentrice d'un doctorat en ergonomie de l'Université Paris Nord et d'une maîtrise en génie industriel (ergonomie) de l'École Polytechnique de Montréal, Fernande Lamonde a mené de nombreuses recherches sur la fiabilité humaine, notamment dans les secteurs du transport ferroviaire. Actuellement, ses travaux portent sur la pratique professionnelle des ergonomes, des ingénieurs et des préventionnistes, notamment celle mise en oeuvre dans le cadre des projets de conception industriels. Ces travaux l'amènent à s'intéresser, plus généralement, aux démarches émergentes en conduite de projets et en gestion intégrée des organisations de même qu'à la formation des professionnels impliqués dans la conception des situations de travail. Elle est l'auteure du livre : *L'intervention ergonomique, un regard sur la pratique professionnelle*.