

Que coûte le bruit en milieu de travail au régime d'indemnisation ? Une perspective québécoise !

Serge André Girard, Tony Leroux, Jean-Patrice Quesnel, Marilène Courteau, Michel Picard, Fernand Turcotte and Richard Larocque

Volume 78, Number 1-2, 2010

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1106243ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1106243ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Faculté des sciences de l'administration, Université Laval

ISSN

1705-7299 (print)

2371-4913 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this document

Girard, S., Leroux, T., Quesnel, J.-P., Courteau, M., Picard, M., Turcotte, F. & Larocque, R. (2010). Que coûte le bruit en milieu de travail au régime d'indemnisation ? Une perspective québécoise ! *Assurances et gestion des risques / Insurance and Risk Management*, 78(1-2), 101-123.
<https://doi.org/10.7202/1106243ar>

Article abstract

The purpose of this study is to define the impact of occupational noise on occupational safety. The proportion of accidents (attributable risk) attributable to noise exposure (≥ 90 dBA) and to noise induced hearing loss (≥ 16 dB HL) was calculated among a sample of 57 732 workers of both sexes involved in 45 375 accidents occurring in the 5 years period following an audiometric screening test. Quebec workers compensation board (CSST) data were used to compute the average cost of an accident. The average cost is based on all expenses incurred in relation to accidents that occurred to all the workers of Quebec during three base years, without considering noise exposure.

The analyses have allowed to define the proportion of accidents that are attributable to noise or to hearing loss, or both, to estimate the mean cost of an accident and to compute the total cost of all accidents attributable to noise for the CSST. Results indicate that the annual burden of occupational noise exposure among 400 000 workers exposed daily to occupational noise, lies yearly between 20 and 27M\$ for the CSST. These sums are to be added to the annual cost of compensation for professional deafness (8,6M\$); the aggregation of both these costs gives a more precise estimate of the true financial burden of occupational noise and shows the relevance of taking proper account of the consequences of noise for occupational safety in the estimations of the cost of occupational noise exposure.

Que coûte le bruit en milieu de travail au régime d'indemnisation? Une perspective québécoise!

**par Serge André Girard, Tony Leroux
Jean-Patrice Quesnel, Marilène Courteau,
Michel Picard, Fernand Turcotte et Richard Larocque**

RÉSUMÉ

L'objet de cette étude est de documenter le coût du bruit intense en milieu de travail pour l'entreprise, sous l'angle des méfaits du bruit sur la sécurité du travail. Le nombre d'accidents attribuables (risque attribuable) au bruit (≥ 90 dBA) et à la perte d'audition acquise en milieu de travail (≥ 16 dB HL) a été calculé au sein d'un échantillon de 57 732 travailleurs des deux sexes ayant cumulé 45 375 accidents au cours des 5 années suivant un examen de dépistage audiométrique en milieu de travail. L'approche utilisée est basée sur les déboursés versés par la Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST), c'est-à-dire : les frais médicaux, les frais d'indemnisation et ceux liés à la réadaptation. Le coût moyen d'un accident est établi à partir des déboursés associés à des accidents survenus à l'ensemble des travailleurs et travailleuses québécois au cours de trois années de référence, sans égard à leur exposition au bruit.

Les analyses ont permis de quantifier le nombre d'accidents attribuables au bruit ou à la perte d'audition acquise en milieu de travail ou à l'effet combiné des deux, de calculer le coût moyen d'un accident et, de là, d'estimer le coût des accidents dus au bruit pour le régime d'indemnisation. Les résultats permettent d'estimer que les méfaits du bruit à la sécurité pour l'ensemble des quelque 400 000 travailleurs québécois exposés au bruit en milieu de travail coûtent au régime

Les auteurs :

Serge André Girard, Marilène Courteau et Richard Larocque oeuvrent à l'Institut national de santé publique du Québec, Tony Leroux et Michel Picard enseignent à l'École d'audiologie et d'orthophonie, Université de Montréal, Jean-Patrice Quesnel est consultant en économie de la santé et Fernand Turcotte travaille au Département de médecine sociale et préventive, Université Laval. Le texte final a été soumis à la Revue le 14 avril 2010. Les auteurs souhaitent remercier Monsieur David Boisclair, économiste, pour sa contribution à la première phase de cette étude.

d'indemnisation entre 20 et 27M\$ annuellement. Ces sommes qui s'ajoutent aux déboursés annuels associés à la surdité professionnelle (8,6M\$), permettent d'apprécier à une plus juste valeur le véritable fardeau financier du bruit en milieu de travail et montrent la pertinence de considérer la sécurité dans l'évaluation des coûts du bruit.

Mots clés : Bruit en milieu de travail, surdité professionnelle, sécurité du travail, coûts pour régime d'indemnisation, coûts pour l'établissement.

ABSTRACT

The purpose of this study is to define the impact of occupational noise on occupational safety. The proportion of accidents (attributable risk) attributable to noise exposure (≥ 90 dBA) and to noise induced hearing loss (≥ 16 dB HL) was calculated among a sample of 57 732 workers of both sexes involved in 45 375 accidents occurring in the 5 years period following an audiometric screening test. Quebec workers compensation board (CSST) data were used to compute the average cost of an accident. The average cost is based on all expenses incurred in relation to accidents that occurred to all the workers of Quebec during three base years, without considering noise exposure.

The analyses have allowed to define the proportion of accidents that are attributable to noise or to hearing loss, or both, to estimate the mean cost of an accident and to compute the total cost of all accidents attributable to noise for the CSST. Results indicate that the annual burden of occupational noise exposure among 400 000 workers exposed daily to occupational noise, lies yearly between 20 and 27M\$ for the CSST. These sums are to be added to the annual cost of compensation for professional deafness (8,6M\$); the aggregation of both these costs gives a more precise estimate of the true financial burden of occupational noise and shows the relevance of taking proper account of the consequences of noise for occupational safety in the estimations of the cost of occupational noise exposure.

Keywords: Occupational noise, noise induced hearing loss (NIHL), occupational safety, cost for compensation board.

I. INTRODUCTION

La perspective économique occupe une place importante dans l'analyse de différentes problématiques de santé. La notion de coût est importante dans la prise de décision d'investir dans la prévention. Dorman (2000) identifie trois raisons qui justifient le recours à l'étude des coûts pour les questions de santé et de sécurité du travail. Premièrement, l'identification et l'évaluation du coût des blessures et des maladies professionnelles peuvent inciter le public à considérer le sérieux de la problématique. Deuxièmement, le fait de comprendre le fonctionnement des entreprises et les déterminants qui font qu'elles composent avec les risques pour la santé et

pour la sécurité est important pour assurer le succès des politiques publiques. Enfin, aussi importante que puisse être la protection de la santé et du bien-être des travailleurs, elle n'est pas le seul objectif que poursuit la société moderne. L'analyse économique peut montrer la complémentarité entre conditions de travail et objectif sociétal. À preuve, Tompa et al. (2009) établissent que la prévention en santé et sécurité au travail est économiquement rentable. Dans ce contexte, la présente étude porte sur les coûts défrayés par le régime d'indemnisation québécois, coûts que devront assumer les entreprises sur la base de leur performance en matière de santé et de sécurité et auxquels s'ajoutent les coûts directs et indirects. Dans le cas présent, il s'agit d'entreprises québécoises où les niveaux de bruit ambiant sont élevés (≥ 80 dBA).

Selon des données de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST, 2008), de 1994 à 2005 le nombre annuel moyen de cas de surdité reconnus, chez les travailleurs des deux sexes et âgés de 16 à 64 ans au moment où la surdité est reconnue, est de 1553. L'âge moyen des travailleurs est alors de 54,3 ans. La moyenne des déboursés associés à la surdité professionnelle pour cette période en dollars courants est de 7,7 M\$, ce qui correspond annuellement à 8,6M\$ en dollars de 2005.

L'objectif de l'étude est d'estimer le coût du bruit en milieu de travail en utilisant, d'une part, les débours associés à la surdité et, d'autre part, ceux associés aux accidents attribuables au bruit ou à une perte d'audition acquise en milieu de travail. C'est vraisemblablement à partir des déboursés pour les cas de surdité professionnelle reconnue que l'on établit habituellement le coût du bruit en milieu de travail. Il s'agit de la conséquence d'une exposition au bruit qui est la mieux documentée. Le risque d'accident associé au bruit ou à la perte auditive qui en résulte est évoqué par les intervenants et les dirigeants, mais aucune étude ne s'est intéressée à en quantifier le coût. Tant la surdité que l'augmentation du risque d'accidents sont traitées, mais l'accent est mis sur le coût des accidents attribuables au bruit.

2. ÉTAT DES CONNAISSANCES

La littérature sur le coût des lésions professionnelles montre que le calcul des coûts pour l'entreprise devrait considérer un large éventail de facteurs. Les coûts pour l'entreprise peuvent être difficiles à apprécier souvent par manque de moyens pour colliger les données

(Dorman, 2000) ou par faiblesse des indicateurs retenus (Niven, 2002). Le plus souvent la mesure retenue est celle des déboursés versés par le régime d'indemnisation (frais directs et indirects). Ces déboursés seront imputés aux entreprises assurées. Il est difficile d'estimer le coût net qu'aura à défrayer l'entreprise, mais il est certain que ce n'est là que le reflet conservateur. On estime que cette façon de faire pour évaluer le coût des accidents est une sous-estimation des coûts réels pouvant aller jusqu'à 20 fois (Dorman, 2000).

Un rapport néo-zélandais (NZ-OSHS, 1996) qui porte spécifiquement sur le bruit en milieu de travail, consacre un chapitre entier à la question du coût du bruit en milieu de travail. Le bruit y est reconnu comme un facteur de risque pour la surdité d'origine professionnelle et une analyse des coûts pour les entreprises y est présentée. L'approche utilisée consiste à estimer un coût annuel moyen pour un employé exposé à un niveau de bruit élevé (≥ 90 dBA) en considérant à la fois le risque potentiel de développer une surdité, les coûts d'indemnisation d'une surdité et certains coûts et impacts identifiés dans des études en lien avec le bruit et la surdité. On juge qu'un travailleur exposé à un niveau de bruit élevé (≥ 90 dBA) représente un fardeau parce qu'il est à risque de développer une surdité professionnelle. On considère également que l'absentéisme moyen annuel est plus élevé de 4 jours chez ceux qui se trouvent exposés à ces niveaux. Le coût d'embauche d'un nouvel employé pour remplacer les travailleurs qui quittent leur travail à cause des niveaux de bruit est également considéré pour chaque employé exposé. À l'instar d'autres travaux, le bruit y est clairement associé à l'augmentation du risque d'accidents. Toutefois, les auteurs soulignent que leurs données ne permettent pas d'évaluer le coût des accidents dus au bruit.

La question du coût des accidents du travail, mieux documentée que celle de la surdité professionnelle, constitue un levier pour la réduction des coûts pour les entreprises et les régimes d'indemnisation. La gravité d'une lésion, souvent établie à l'aide de la durée d'absence du travail (et non l'absence de son poste), apparaît comme l'un des principaux déterminants du coût d'une blessure pour le régime d'indemnisation. Dans une étude menée pour la Commission Européenne (EC, 2004), on estime qu'en 2000 dans l'Europe des 15, les quelque 7,7M d'accidents du travail avec perte de temps ont coûté globalement 55,142 milliards d'Euros (G€) (soit un coût moyen de 7 161 € par accident). Le coût des 141 535 accidents ayant occasionné une incapacité permanente partielle ($>15\%$) ou totale (100%) s'élève à 28,992 G€. Les 5 237 accidents mortels répertoriés ont coûté pour leur part 3,835 G€, soit un coût moyen de 732 289 €

par événement. On estime qu'au moins 88 % de ces coûts sont attribuables au nombre de jours de travail perdus.

Bien que l'on dispose d'informations d'ensemble sur le coût des accidents et d'indications par rapport à celui de la surdité, on ne dispose pas de données du coût du bruit pour la sécurité. Il existe maintenant une preuve épidémiologique solide montrant que tant le bruit que la condition auditive sont associés à l'augmentation du risque d'accident du travail, mais cette augmentation n'a pas été évaluée au plan financier par les différents auteurs ou organismes qui se sont intéressés à cette problématique (ex. : NZ-OSHS, 1996; Jossierand et Chamonard, 1982, Zerwling et al, 1998, Melamed et al 2004, etc.).

Malgré certaines limites, dont la sous-déclaration des accidents et des cas de surdité mentionnés par plusieurs auteurs (Gauthier, 1999; OIT, 2003; Dembe, 2001; Boden, Biddle et al, 2001; Kirsh and McKee, 2003 (in Brown et al, 2007) Dawson 1994, in Brown, 2007; etc.), la question des coûts demeure un sujet d'étude légitime qui présente des perspectives intéressantes notamment au chapitre d'éventuelles économies liées à la prévention (Tompa et al., 2009). Même s'il ne s'agit que d'une fraction du coût réel, les déboursés du régime d'indemnisation permettent une appréciation du fardeau économique réel du bruit en milieu de travail et guident vers des décisions plus éclairées. Aussi, il apparaît opportun de s'y intéresser à la fois par le biais des cas de surdité reconnus et par l'estimation du nombre d'accidents attribuables au bruit ou à une perte d'audition permanente.

3. MÉTHODE

À la lumière de résultats antérieurs portant sur les accidents attribuables au bruit (Picard et al, 2008; Girard et al, 2009), l'approche utilisée consiste à calculer le coût moyen, pour le régime d'indemnisation, des accidents du travail survenant pendant une période de cinq ans qui suit l'examen audiométrique en tenant compte de certaines caractéristiques des accidents. Ainsi, il est possible d'estimer le coût moyen d'un accident au sein de l'échantillon. Comme il est impossible de déterminer précisément les accidents qui sont occasionnés par le bruit ou par l'état d'audition parmi l'ensemble des accidents survenus au sein de l'échantillon, le coût moyen est utilisé comme indicateur du déboursé que l'on peut associer aux accidents attribuables au bruit. Le calcul est réalisé à l'aide de données de la CSST qui portent sur l'ensemble des déboursés associés à des

accidents du travail non mortels survenus au cours de trois années de référence (1993, 1996 et 1998) sans égard au sexe ni de l'exposition au bruit. Ces trois années sont jugées représentatives des données administratives disponibles de la période. Les sommes sont converties en dollars de 2005.

4. SOURCES DE DONNÉES

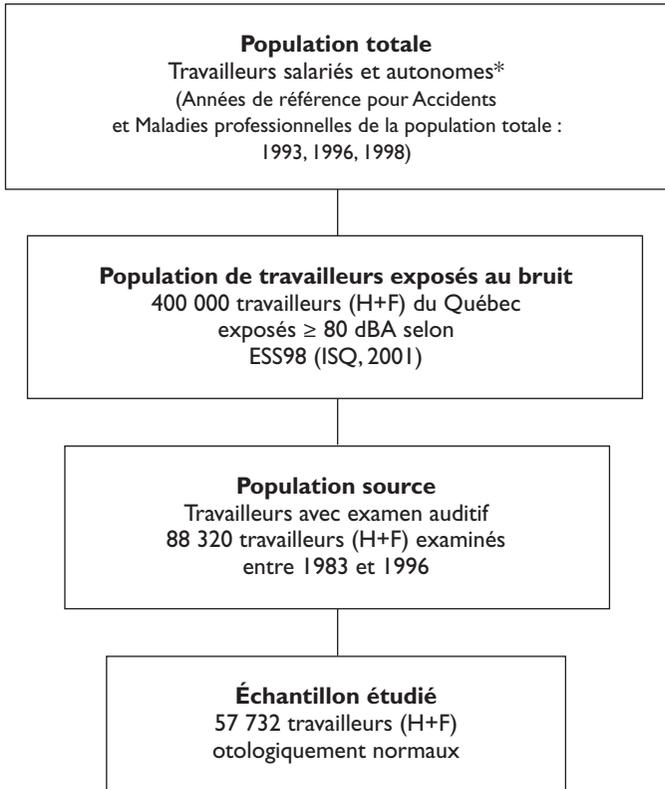
Pour l'étude des coûts du bruit pour la sécurité, un échantillon a été sélectionné à partir des 88 320 travailleuses et travailleurs québécois dont l'activité professionnelle se déroule en milieu bruyant (≥ 80 dBA) et dont l'audition a été examinée au moins une fois au cours de la période commençant en 1983 et se terminant en 1996 dans les laboratoires mobiles de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Ces examens ont été réalisés selon un protocole fondé sur la norme ISO 6189, incluant les dispositions relatives à la reproductibilité des mesures audiométriques (Hétu et al, 1981; ISO-6189, 1983; Simpson et al, 1987). Les données audiologiques de l'INSPQ ont été appariées par numéro d'assurance-maladie (NAM) avec les données de la CSST, pour obtenir le bilan des accidents impliquant des travailleurs dont l'audition a été examinée. Seuls les travailleurs otologiquement normaux des deux sexes ont été retenus pour s'assurer d'une attribution des effets expérimentaux aux conséquences de l'exposition au bruit industriel.

En ce qui a trait aux données à partir desquelles le coût des accidents est établi, précisons qu'il était impossible d'obtenir de la CSST le coût pour chacun des accidents survenus au sein de l'échantillon. Dans ce contexte, les données utilisées pour calculer le coût moyen d'un accident a été fait à partir de données qui concernent tous les accidents du travail et les maladies professionnelles pour l'ensemble des travailleurs du Québec reconnus par la CSST au cours de la période de référence, soit les années 1993, 1996 et 1998. La figure 1 présente de façon schématique les groupes considérés.

5. VARIABLES

Les variables considérées dans les analyses sont : le niveau de bruit, le statut auditif, l'accident du travail, l'âge du travailleur et son expérience en milieu bruyant de même que le secteur d'activité

FIGURE I
PRÉSENTATION DE LA POPULATION ÉTUDIÉE



* En 2005 le Québec comptait 3,1 millions de travailleurs salariés et travailleurs autonomes (BSQ, 2005).

économique ainsi que les déboursés du régime d'indemnisation pour cause de surdité ou d'accidents du travail.

Le niveau de bruit a été mesuré, dans les semaines précédant les sessions d'examen audiométrique, par les équipes locales de santé au travail du réseau de santé publique du Québec, dans le cadre des programmes de surveillance médico-environnementale prévus dans les programmes de santé spécifiques aux établissements. Cette donnée, ponctuelle et spécifique à l'environnement de travail au moment de l'examen audiométrique, permet de caractériser le milieu de travail. Elle ne permet toutefois pas d'apprécier le niveau d'exposition d'un

travailleur en carrière. Le bruit est considéré selon qu'il est inférieur à 90 dBA ou qu'il est égal ou supérieur à 90 dBA, valeur qui correspond au niveau de bruit maximal permis pour une exposition de huit heures au Québec. Retenons que 58,7 % (33 884) des travailleurs de l'échantillon étudié occupent un emploi où le bruit ambiant excède cette norme réglementaire.

Le statut auditif du travailleur correspond au résultat de son dernier examen auditif dans les laboratoires mobiles de l'INSPQ. Dans un contexte où l'on s'intéresse à la problématique du bruit en milieu de travail et à ses conséquences, il a été jugé opportun de ne retenir que les 57 732 salariés, hommes (n = 52 982) et femmes (n = 4 750). De ceux-ci, 22 460 (38,9 %) ont une perte auditive plus ou moins sévère en lien avec leur exposition professionnelle au bruit, alors que 35 272 (61,1 %) ont une audition qualifiée de normale en fonction de leur âge (ISO-7029, 2000). La perte auditive est donc considérée comme un indicateur d'une longue exposition au bruit en milieu de travail. Le statut auditif est établi à l'aide de la valeur moyenne bilatérale des seuils d'audition aux fréquences de 3, 4 et 6 kHz. Il a été montré et discuté dans Picard et al (2008) que l'augmentation du risque d'accident est fonction de la sévérité de l'atteinte et qu'elle est significative dès la présence d'une perte auditive permanente de 16 dB HL ou plus. Ce seuil est utilisé dans cette étude pour statuer qu'il y a perte auditive. La répartition de l'échantillon retenu, selon l'âge et le statut auditif et le niveau de bruit en milieu de travail, est présentée au tableau 1.

L'accident du travail correspond à un événement reconnu par la CSST, indépendamment de sa gravité. Au total, 23 936 (41,5 %) des 57 732 travailleurs de l'échantillon sont devenus des accidentés du travail. Ils ont cumulé 45 375 accidents au cours des cinq années de suivi.

L'expérience du travailleur dans le bruit correspond au nombre total d'années qu'il déclare avoir travaillé dans un milieu bruyant dans le questionnaire d'histoire auditive. Encore une fois, il ne s'agit pas d'une estimation de la dose d'exposition en carrière, mais bien de la durée de travail en milieu bruyant, sans qu'il soit possible d'en déterminer l'intensité. Cette variable qui est fortement associée avec l'âge est traitée comme une variable continue. La durée moyenne de l'exposition au bruit en milieu de travail, des travailleurs et travailleuses de l'échantillon est de 12,9 ans.

Pour l'échantillon, l'âge du travailleur est celui à la date de chaque accident. L'âge moyen de ce groupe est de 33,3 ans. Par comparaison, l'âge moyen des accidentés québécois durant les années de

TABLEAU I – DISTRIBUTION DE L'ÉCHANTILLON SELON L'ÂGE À L'EXAMEN, LA CATÉGORIE D'AUDITION ET LE NIVEAU DE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL

Âge (ans)	Bruit ambiant (dBA)	Catégorie d'audition (perte)										Total	
		Normale (0-15 dB HL)		Limite décelable (16-30 dB HL)		Légère (30-40 dB HL)		Modérée (41-50 dB HL)		Sévère (≥ 51 dB HL)		n	%
		n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%
16 - 24	< 90	3236	9,2	124	1,1	17	0,4	4	0,1	6	0,2	3387	5,9
	≥ 90	5486	15,6	285	2,5	37	0,9	13	0,4	16	0,4	5837	10,1
	Total	8722	24,7	409	3,6	54	1,3	17	0,5	22	0,6	9224	16,0
25 - 34	< 90	7044	20,0	1046	9,3	235	5,5	94	3,0	65	1,7	8484	14,7
	≥ 90	9529	27,0	1880	16,8	442	10,3	217	7,0	135	3,5	12203	21,1
	Total	16573	47,0	2926	26,1	677	15,7	311	10,0	200	5,2	20687	35,8
35 - 44	< 90	3524	10,0	1806	16,1	591	13,7	348	11,2	221	5,8	6490	11,2
	≥ 90	4144	11,7	2453	21,9	980	22,8	613	19,7	505	13,2	8695	15,1
	Total	7668	21,7	4259	38,0	1571	36,5	961	31,0	726	18,9	15185	26,3
45 - 54	< 90	1054	3,0	1241	11,1	589	13,7	442	14,2	495	12,9	3821	6,6
	≥ 90	990	2,8	1471	13,1	778	18,1	747	24,1	975	25,4	4961	8,6
	Total	2044	5,8	2712	24,2	1367	31,8	1189	38,3	1470	38,3	8782	15,2
55 - 64	< 90	145	0,4	445	4,0	271	6,3	263	8,5	542	14,1	1666	2,9
	≥ 90	120	0,3	466	4,2	361	8,4	363	11,7	878	22,9	2188	3,8
	Total	265	0,8	911	8,1	632	14,7	626	20,2	1420	37,0	3854	6,7
Total	< 90	15003	42,5	4662	41,6	1703	39,6	1151	37,1	1329	34,6	23848	41,3
	≥ 90	20269	57,5	6555	58,4	2598	60,4	1953	62,9	2509	65,4	33884	58,7
	Total	35272	100,0	11217	100,0	4301	100,0	3104	100,0	3838	100,0	57732	100,0

référence au moment de l'accident est de 33,9 ans. Cette variable est traitée en catégories et sert de variable d'ajustement.

Le secteur d'activité économique est celui déterminé par la CSST pour chacun des établissements. Le code d'activité économique, correspond pour sa part, au sous-secteur d'activité tel que décrit dans la Classification des activités économiques du Québec (CAEQ) (BSQ, 1984), classification qui a été utilisée par la CSST jusqu'en 2005. Cette variable sert principalement à l'appariement des données relatives au coût des accidents.

Le coût des accidents est établi à partir de données portant sur les 420 086 accidents du travail reconnus et indemnisés par la CSST¹ pour l'ensemble des travailleurs du Québec au cours de la période de référence (1993, 1996 et 1998). De manière à mieux considérer les caractéristiques des accidents qui surviennent en milieu bruyant, la CSST a regroupé à notre demande ces accidents selon neuf attributs : nature, siège, agent causal et genre de la lésion, secteur et CAEQ de l'entreprise, âge en catégories, profession et nombre de jours d'indemnisation du travailleur (voir tableau 2). Au cours de chacune des étapes, une variable d'appariement est sacrifiée jusqu'à concurrence de 4. Ainsi, il a été possible d'attribuer un coût à 39 461 (86,97 %) des 45 375 accidents survenus dans l'échantillon étudié dans les cinq années suivant le dernier examen auditif, et ainsi d'estimer un coût moyen par accident.

Enfin, les déboursés inhérents à la surdité comprennent des frais d'assistance médicale et d'acquisition d'appareils auditifs, des frais de réadaptation ainsi qu'une indemnité pour préjudice corporel, dont le montant est établi en fonction de la gravité de l'atteinte et de l'âge au moment de la réclamation.

6. PLAN D'ANALYSE

Pour l'étude des accidents attribuables au bruit ou à une perte auditive, les analyses ont été réalisées en trois étapes. La première utilise la fraction étiologique pour établir le nombre d'accidents attribuables au bruit et à l'audition. L'accent a été mis tour à tour sur le bruit, l'audition puis sur les deux. La deuxième consiste à déterminer un coût moyen pour les accidents en fonction de caractéristiques de l'accident et du travailleur, alors que la troisième consiste à calculer le coût des accidents attribuables au bruit et à l'audition.

TABLEAU 2
ACCIDENTS DE L'ÉCHANTILLON APPARIÉS AVEC
LES DONNÉES DE RÉFÉRENCE EN FONCTION DES
VARIABLES UTILISÉES POUR L'APPARIEMENT

Étape	VARIABLES UTILISÉES POUR L'APPARIEMENT	N accidents appariés
1	Nature, siège, genre, secteur, CAEQ, âge en catégories, profession, agent causal, nombre de jours d'indemnisation (0, ≥1)	11 103
2	Nature, siège, genre, secteur, CAEQ, âge en catégories, profession, agent causal	656
3	Nature, siège, genre, secteur, CAEQ, âge en catégories, profession	3 816
4	Nature, siège, genre, secteur, CAEQ, âge en catégories	8 470
5	Nature, siège, genre, secteur, CAEQ	5 577
6	Nature, siège, genre, secteur	9 839
	Total d'accidents de l'échantillon appariés	39 461
	Accidents de l'échantillon n'ayant pu fusionner sur au moins 4 variables	5 914
	Total d'accidents	45 375

Le risque attribuable (RA) est obtenu à l'aide de la fraction étiologique à partir de cinq modèles de régression log-binomiale, soit un pour chaque nombre d'accidents que peut avoir subi un travailleur de l'échantillon durant le suivi jusqu'à concurrence de cinq (voir Girard, Picard et al, 2009). Cette démarche est appliquée par sexe et le nombre d'accidents total de chaque modèle correspond à la somme du nombre d'accidents chez les hommes et les femmes. En additionnant le nombre d'accidents attribuables au bruit ou à l'audition dans chacun de ces modèles, on est en mesure d'estimer le nombre total d'accidents attribuables. Le rapport entre le nombre d'accidents attribuables et le nombre total d'accidents indemnisés fournit la proportion d'accidents causée soit par la perte auditive, soit par le niveau de bruit élevé ou à l'effet combiné des deux. Cette proportion correspond à la fraction étiologique ou risque attribuable.

Tel que mentionné, le coût moyen d'un accident du travail est estimé à l'aide des données de la CSST pour les années de référence 1993-1996-1998. Pour estimer le coût total annuel des déboursés pour les accidents dus au bruit pour l'ensemble des travailleurs en milieu bruyant, des simulations ont été effectuées en faisant varier la proportion de travailleurs exposés à des niveaux de bruit égaux ou supérieurs à 90 dBA/8h, étant donné que la proportion de travailleurs exposés au bruit est inconnue pour l'ensemble des quelque 400 000 travailleurs du Québec exposés au bruit et couverts par la CSST. Nous nous inspirons à la fois des données d'exposition obtenues dans l'échantillon qui provient du dépistage audiométrique et des travaux de Nelson, Nelson et al, (2005) pour déterminer les proportions maximales et minimales de travailleurs exposés à des niveaux au-delà de la norme réglementaire. Les simulations sont faites en considérant l'estimation annuelle du nombre d'accidents de travail dus au bruit ou à la perte auditive, puis l'estimation du nombre de nouveaux cas de surdité professionnelle reconnus annuellement, et ce, selon la proportion de travailleurs exposés à des niveaux de bruit supérieurs ou égaux à 90 dBA/8h.

Dans la simulation, pour estimer le nombre d'accidents de travail dus au bruit ou à la perte auditive par année, les données de l'échantillon sont utilisées. Pour chaque niveau de bruit considéré (< 90 dBA/8h et ≥ 90 dBA/8h), le nombre moyen d'accidents par personne ainsi que le risque d'accident attribuable au bruit ou à la perte auditive sont calculés à partir de l'échantillon. De là, considérant que le nombre de travailleurs exposés au bruit (≥ 80 dBA) est de 400 000 (Gervais et al 2006) et pour une proportion donnée de travailleurs exposés à des niveaux de bruit supérieurs à 90 dBA/8h, on peut calculer le nombre de travailleurs exposés à chaque niveau de bruit. Ensuite, on obtient le nombre total d'accidents de travail pour un niveau de bruit en multipliant le nombre de travailleurs par le nombre moyen d'accidents par personne calculé plus tôt. Ensuite, en utilisant le risque attribuable, on obtient le nombre d'accidents de travail dus au bruit ou à la perte auditive. Le coût annuel des accidents dus au bruit ou à une perte auditive est alors égal au produit du nombre d'accidents attribuables par le coût moyen d'un accident.

7. RÉSULTATS

7.1 Risque attribuable

Le recours à la fraction étiologique permet d'estimer que 5 428 (12,0 %) des 45 375 accidents survenus aux hommes et aux femmes de l'échantillon durant la période d'observation de cinq ans peuvent être attribués à l'effet du bruit ambiant ou d'une perte auditive (Tableau 3). C'est donc dire qu'en moyenne à chaque année au cours des cinq ans de suivi, 1086 accidents attribuables au bruit sont survenus au sein de l'échantillon. Selon que l'on mette l'accent sur le bruit ou sur l'audition, les résultats indiquent que jusqu'à 2 815 (6,2 %) des accidents pourraient être attribués au niveau de bruit élevé en milieu de travail (≥ 90 dBA) et que jusqu'à 3 068 (6,8 %) des accidents le seraient à la perte d'audition (perte ≥ 16 dB HL) acquise en milieu de travail. Précisons également que l'influence du bruit et de l'audition sur le risque d'accident est plus marquée chez les hommes (12,2 %) que chez les femmes (6,6 %).

**TABLEAU 3
ESTIMATION DU RISQUE D'ACCIDENT SELON
QU'IL PEUT ÊTRE ATTRIBUABLE AU BRUIT OU À
L'AUDITION, SELON LE NIVEAU DE BRUIT EN MILIEU
DE TRAVAIL ET LE SEXE**

	Tous		Bruit (≥ 90 dBA)		Audition (Perte \geq 16 dB HL)		Bruit + audition	
	personnes	accidents	RA	N Acc.	RA	N Acc.	RA	N Acc.
Hommes	52 982	43 250	6,2%	2 703	7,0%	3 031	12,2%	5 287
Femmes	4 750	2 125	5,3%	112	1,7%	37	6,6%	141
Total	57 732	45 375	6,2%	2 815	6,8%	3 068	12,0%	5 428

7.2 Estimation des coûts

Selon les données obtenues de la CSST, les 420 086 accidents du travail non mortels survenus au sein de la population totale au cours de la période de référence ont occasionné des débours de 2,08 milliards de dollars de la part du régime d'indemnisation, soit un coût

annuel moyen de 692,8M\$. Ceci représente un coût moyen par accident de 4 948 \$. Dans le cas des accidents survenus aux travailleurs de l'échantillon, en tenant compte des appariements réalisés selon les facteurs identifiés, le croisement entre le nombre d'accidents attribuables au bruit (≥ 90 dBA) ou à la perte d'audition (≥ 16 dB HL) et le coût estimé des accidents permet d'établir le coût moyen d'un accident à 3 729 \$. Ce montant, bien qu'inférieur à celui observé au sein de la population de référence ($p < 0,0001$), est jugé représentatif des accidents qui surviennent en milieu bruyant (≥ 80 dBA).

En utilisant le coût moyen d'un accident au sein de la population totale (3 729\$) et le nombre d'accidents attribuables au sein de l'échantillon ($n = 5\,428$), il est possible d'estimer le coût des accidents attribuables au bruit ou à l'audition au sein de l'échantillon étudié durant les cinq années de suivi. Celui-ci correspond à 20,24M\$. Le coût annuel moyen pour l'échantillon est donc de 4,05 M\$ par année d'observation.

7.3 Coût global du bruit à la sécurité

Pour une estimation adéquate du coût du bruit en milieu de travail pour l'ensemble des quelque 400 000 travailleurs exposés à des niveaux de bruit à risque (≥ 80 dBA), il faudrait idéalement connaître la proportion de travailleurs exposés à des niveaux qui excèdent la norme (≥ 90 dBA), l'âge moyen des travailleurs, le secteur d'activité et le corps d'emploi de ces travailleurs de même que le taux d'accident. Étant donné l'impossibilité d'avoir accès à des données précises, il faut fonder une estimation sur la base de postulats plausibles. Premièrement, puisque les données utilisées proviennent d'activités de dépistage, on peut raisonnablement postuler que la proportion de 58,7 % travailleurs exposés au-delà de la norme au sein de l'échantillon représente une valeur plafond du taux maximum de travailleurs québécois exposés à des niveaux qui excèdent la norme. Deuxièmement, Nelson, Nelson et al, (2005), jugent qu'aux États-Unis, 35,9 % des 9,37M de travailleurs dits de la production exposés au bruit en milieu de travail sont exposés à des niveaux > 90 dBA. Aussi, pour avoir une estimation la plus juste possible du coût du réel du bruit à la sécurité, il nous a semblé opportun et conservateur, dans nos simulations, de faire varier entre 30 et 60 % la proportion des travailleurs en milieu bruyant (≥ 80 dBA) qui ont une exposition excédant la limite prévue dans la réglementation (≥ 90 dBA). Puisque la proportion de travailleurs exposés au-delà de la norme varie selon le scénario (de 30 % à 60 %), le risque attribuable au bruit variera aussi : plus les travailleurs sont nombreux à être exposés au-dessus de la norme, plus le risque attribuable au bruit augmente, et donc

les coûts par la même occasion. Par ailleurs, il est impossible d'évaluer avec justesse le coût moyen des accidents pour l'ensemble des 400 000 travailleurs québécois exposés au bruit. Dans ce contexte, il faut considérer que le coût moyen de l'accident attribuable au bruit pour l'ensemble des travailleurs québécois exposés au bruit est égal à celui observé au sein de l'échantillon étudié, soit 3 729 \$, bien qu'il soit inférieur à celui observé pour l'ensemble des travailleurs du Québec. Troisièmement, il faut postuler que la proportion d'hommes et de femmes exposés au bruit respecte la distribution identifiée dans Gervais et al (2006), qui fournit la donnée québécoise la plus précise quant au nombre de travailleurs exposés au bruit. Enfin, il importe de considérer que la prévalence de la surdité attribuable au bruit demeure constante au fil des ans. Le tableau 4, élaboré en considérant les postulats mentionnés, montre une variation du coût du bruit en milieu de travail en fonction de la proportion de travailleurs exposés à plus de 90 dBA.

TABLEAU 4
VARIATION DU COÛT DU BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL POUR LE RÉGIME D'INDEMNISATION EN FONCTION DE PROJECTIONS DE LA PROPORTION DE TRAVAILLEURS EXPOSÉS AU BRUIT INTENSE (≥ 90 DBA)

Proportion de travailleurs en milieu bruyant exposés ≥90 dBA/8h	N accidents total (1 an)	Risque attribuable	N accidents attribuables	Coût des accidents attribuables (M\$)
60 %	60 807	11,9 %	7 214	26,95
50 %	59 764	11,1 %	6 619	24,73
40 %	58 722	10,3 %	6 025	22,50
30 %	57 679	9,4 %	5 430	20,28

Dans l'hypothèse optimiste où seulement 30 % des quelque 400 000 travailleurs exposés au bruit (≥ 80 dBA) au Québec occupent un emploi où le bruit excède la norme en vigueur, on estime que chaque année jusqu'à 5 430 accidents sont attribuables au bruit (≥ 90 dB) ou à une audition dégradée suite à une exposition au bruit (≥ 16 dB HL). Le coût de ces accidents pour le régime représente une somme de 20,28 M\$. Dans l'hypothèse plus pessimiste où 60 % de

ces travailleurs sont exposés à un niveau qui excède la norme, jusqu'à 7 214 accidents seraient attribuables au bruit chaque année. Dans ce contexte, le coût des accidents attribuables serait de 26,95 M\$. On constate que peu importe l'hypothèse retenue, le coût réel du bruit est, dans les faits, largement déterminé par les accidents qui lui sont attribuables. Ceci augmente de façon considérable le coût associé à la surdité professionnelle qui occasionne chaque année des déboursés de l'ordre de 8,6 M\$ selon des données de la CSST (2008).

8. DISCUSSION

Le Québec compte en moyenne 1 553 nouveaux cas de surdité d'origine professionnelle chaque année au coût annuel moyen de 5 539\$ par individu (dollars de 2005), pour la période 1994-2005 (CSST, 2008). Le taux moyen d'atteinte permanente à l'intégrité physique et psychologique (APIPP) des travailleurs sourds, indicateur qui permet d'apprécier la sévérité de l'atteinte, est de l'ordre de 7,2%. Il s'agit d'une donnée de population qui ne met pas en évidence le fait que des travailleurs dont l'atteinte est sévère ont reçu des indemnités plus élevées. Du débours moyen de 5 539\$ pour un cas de surdité, en moyenne 4000\$ (72,2%) a été versé à chaque travailleur pour préjudice corporel, 929\$ (16,8%) ont été consacrés à l'achat d'appareils auditifs, 524\$ (9,5%) ont servis à défrayer les frais médicaux et moins de 13\$ (0,23%) en moyenne ont été dédiés à la réadaptation. La faible somme consacrée à la réadaptation suscite des interrogations et il apparaît opportun de chercher à savoir si les travailleurs atteints de surdité ont besoin de réadaptation ou si c'est l'accès à la réadaptation qui pose problème. Un accès limité à des services de réadaptation peut s'avérer préjudiciable et amplifier les conséquences aux plans individuel et social (Borg et al, 2002; Getty et al, 1991 : Hétu et al, 1993). La surdité professionnelle est associée à un handicap important pour les victimes. Le dommage auditif occasionné par le travail est d'autant plus important qu'il a des conséquences qui affectent la vie familiale de la personne, et sa sécurité non seulement au travail mais aussi sur la route (Picard et al, 2008; Baretto et al, 1997) et ailleurs (Concha-Barrientos, 2004). Dans ce contexte, on peut même se demander quelle proportion des coûts sociaux et individuels les débours de la CSST permettent de couvrir.

Au plan de l'analyse économique de la sécurité du travail, les résultats de l'étude permettent une première quantification monétaire

du risque attribuable aux méfaits du bruit industriel pour le régime d'indemnisation québécois et, *a fortiori*, pour les entreprises sises sur ce territoire. L'analyse de coût laisse entrevoir que la rentabilité de la prévention, formellement documentée par Tompa et al (2009) pour les blessures musculo-squelettiques surtout, vaudrait aussi pour des interventions préventives dans le domaine de l'exposition au bruit industriel. Nos résultats reposent sur des données d'audition, de bruit ambiant et sur le calcul d'un risque attribuable d'accident dû au bruit de l'ordre de 12 %. Ce risque croît en fonction de la sévérité de la perte auditive (Picard et al, 2008), mais le fait que l'on observe une augmentation significative dès que la perte auditive atteint le niveau qualifié de limite du décelable (≥ 16 dB HL aux fréquences 3, 4 et 6 kHz) est un indicateur de la sensibilité du phénomène accidentel par rapport au bruit et donc, de la nécessité des mesures préventives. Il semble donc erroné de croire que seules les personnes dont la surdité professionnelle est reconnue peuvent avoir des difficultés à composer avec un déficit auditif. En effet, dans cette étude, ceux dont la perte aux fréquences 3, 4 et 6 kHz se situe entre 16 et 50 dB HL, soit 82,9 % des travailleurs considérés comme ayant une perte auditive permanente attribuable au bruit, sont peu susceptibles de se voir reconnaître un handicap sérieux.

En ce qui a trait plus spécifiquement à la contribution du bruit et du statut auditif à l'accidentabilité, on sait maintenant que ces facteurs interfèrent dans le processus de travail et plus particulièrement dans la reconnaissance et dans le décodage de l'information (Moratta et al, 2005). Leur influence est également déterminante dans des opérations demandant un haut degré de concentration (Melamed et al, 2004). On sait enfin qu'ils sont critiques lorsqu'il y a une exigence de communication verbale élevée (Ide, 2007). On devrait donc se préoccuper du bruit et de son effet sur l'audition au même titre que l'on se prête attention à des facteurs tels les équipements, le matériel ou les outils appropriés et en bonne condition, la structure de la tâche, les pressions au rendement exercées par l'entreprises ou ressenties par les employés, les contraintes liées aux horaires de travail, etc. Dans la mesure où jusqu'à 12 % des accidents qui surviennent en milieu bruyant pourraient être attribuables au bruit intense ou à l'état d'audition, pour l'ensemble du régime québécois le coût des accidents attribuables au bruit est estimé entre 20,3 M\$ et 26,95 M\$. C'est donc une erreur de limiter l'évaluation du coût du bruit aux seuls déboursés associés aux cas reconnus de surdité professionnelle. La pertinence de mettre en place des mesures visant à diminuer l'exposition au bruit ou, minimalement, à respecter rigoureusement la norme réglementaire concernant l'exposition des travailleurs et de protéger leur audition n'est plus remise en question. De plus, ce

résultat complémentaire aux travaux de Picard et al 2008 apporte un élément de réponse quant au coût des accidents attribuables au bruit, dimension non documentée jusqu'ici comme en témoignent des travaux Néo-zélandais (NZ-OSHS, 1996). L'approche utilisée devrait être reprise dans d'autres milieux de manière à développer une connaissance empirique, laquelle serait propice à une amélioration tangible des conditions de travail.

La compromission de la sécurité par le bruit génère des coûts plus importants pour le régime d'indemnisation et les entreprises que la surdité elle-même dont le coût annuel pour l'ensemble du régime québécois est estimé à 8,6M\$ (CSST, 2008).

9. LIMITES

Une limite de cette étude est qu'elle a été réalisée à partir de données administratives et qu'elle estime un coût moyen plutôt que décrire le coût réel. Ce choix a été imposé par la nature des données disponibles. Par ailleurs, même s'il avait été possible d'obtenir les informations spécifiques à chacun des 45 375 accidents au sein de l'échantillon, les données relatives aux circonstances des événements n'auraient pas permis d'identifier les 5 428 événements dont la survenue est attribuable au bruit. L'estimation aurait dû de toute façon être faite à partir d'un coût moyen. Le fait d'avoir procédé à partir de données portant sur trois années de référence totalisant 420 086 événements permet d'avoir une appréciation assez robuste du coût moyen.

Les coûts estimés ne représentent que les déboursés de la CSST. Ces coûts sont le reflet de la réalité québécoise et seront éventuellement facturés aux établissements. Ils ne constituent donc qu'une partie des coûts réels que devra assumer un établissement. Ils ne tiennent pas compte de l'ensemble des différentes dimensions qui méritent d'être considérées selon les auteurs qui se sont intéressés aux coûts des lésions. Ils ne tiennent pas compte non plus des coûts de la surdité professionnelle pour le travailleur et ses proches, pas plus qu'ils ne tiennent compte des coûts sociaux potentiels attribuables à ces accidents ou à la surdité. Aussi, il demeure difficile d'apprécier avec justesse le fardeau économique du bruit en milieu de travail. Toutefois, comme le souligne Dorman (2000), le système de compensation est l'instrument par lequel la société attribue un coût aux risques associés au travail aux yeux des travailleurs, des entreprises et des décideurs politiques. Il peut avoir un effet stimulant sur les

sociétés, en les rendant plus soucieux d'améliorer les conditions de travail. Il est souvent relié aux services de prévention et de réadaptation. Les échecs de couverture deviennent un échec de santé publique.

Enfin, cette méthode ne permet pas de considérer le phénomène important de la sous-déclaration évoqué par plusieurs auteurs tant au plan de la sécurité du travail (OIT, 2003; Dembe, 2001; Boden, Biddle et al, 2001; Fougeyrollas; Dorman, 2000) que de la surdité d'origine professionnelle (Gauthier, 1999). C'est là un autre indice du caractère conservateur de l'étude.

10. CONCLUSION

L'évaluation des coûts du bruit ou de la perte d'audition d'origine professionnelle ne doit pas se limiter aux coûts associés à la surdité professionnelle. Elle devrait minimalement considérer les impacts sur la sécurité. Le fait d'ajouter le coût à la sécurité à celui de la surdité ne constitue qu'un premier pas. Il est impératif d'élargir l'éventail des dimensions à considérer dans la perspective où le bruit est associé à d'autres problèmes de santé (cardiopathie entre autres) et que la surdité entraîne des effets psychosociaux importants. Ces problèmes sont méconnus pour la plupart et leurs coûts sont vraisemblablement assumés par les individus et les divers régimes sociaux.

Dans ce contexte, une étude exhaustive des coûts associés au bruit en milieu de travail devrait considérer les coûts détaillés pour l'établissement, les effets sur la santé, de même que les coûts sociaux et individuels dans une perspective d'analyse économique de la santé et sécurité du travail (Niven, 2002). La connaissance des coûts réels s'avère essentielle pour que les décisions à l'égard du bruit en milieu de travail soient plus éclairées. Une telle étude devrait prendre en compte les coûts sociaux et individuels de la surdité et considérer les montants associés à l'assainissement des milieux de travail (coûts de remplacement de différents équipements et des coûts associés à diverses mesures administratives) afin de mieux circonscrire l'enjeu que représente la problématique du bruit en milieu de travail et faire la preuve de la rentabilité de la prévention en milieu de travail bruyant, en suivi des travaux de Tompa et al, (2009). Selon Dorman (2000), le coût à l'entreprise est le seul généré directement par l'entreprise elle-même de par son choix au chapitre des conditions de travail. Cependant, comme le suggèrent Lahiri et al (2005), le bien-fondé des interventions à caractère préventif à l'égard du bruit ne

doit pas seulement être guidé par le coût brut de l'acquisition ou de l'aménagement des lieux de travail pour les rendre moins bruyants, mais il doit tenir compte des effets potentiels au chapitre de la sécurité et de l'effet, non calculé ici mais néanmoins réels, des nombreuses variables liées au coût d'une mobilité accrue de la main d'œuvre qu'il faut prendre en compte. Le coût rattaché à ces variables, bien qu'il puisse être difficile à quantifier, n'en demeure pas moins réel et potentiellement considérable. Suffisamment pour que les sommes consacrées ou investies dans la prévention soient amorties dans un délai raisonnable et vues comme un investissement rentable (Tompa et al, 2009).

Néanmoins, il demeure certain que toute diminution des niveaux de bruit dans les milieux de travail sera associée à la diminution des cas de surdité professionnelle, à une réduction des accidents et à une diminution des coûts qui y sont associés. Les travailleurs et travailleuses exposés au bruit devraient être sensibilisés aux méfaits du bruit sur leur santé auditive de même qu'aux risques à leur sécurité. Ils devraient également être sensibilisés au fait que les sommes versées aux personnes reconnues comme ayant une surdité d'origine professionnelle ne sont pas très élevées et qu'elles ne permettent probablement pas de compenser le handicap et les désagréments associés à une perte d'audition permanente. Les entreprises devraient pour leur part prendre conscience des effets pervers du bruit à la sécurité et des conséquences économiques qui y sont associés. Pour ce qui est des décideurs, ils devraient chercher à comprendre pourquoi le nombre de victimes de surdité professionnelle est si élevé au Québec et mettre de l'avant les mesures pour en diminuer le nombre dans un délai relativement court.

Références

- Barreto SM, Swerdlow AJ, Smith PG and Higgins CD, A Nested Case-Control Study of Fatal Work Related Injuries among Brazilian Steel Workers, *Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 54, No. 8, 1997, pages 599-604.
- Boden LI, Biddle EA, Spieler EA, Social and Economic Impacts of Workplace Illness and Injury: Current and Future Directions for Research, *American Journal of Industrial Medicine*, 40, 2001, pages 398-402.
- Borg E, Danermark B, Borg B, Behavioural awareness, interaction and counselling education in audiological rehabilitation: development of methods and application in a pilot study, *International Journal of Audiology*, 2002; 41: 308-322.
- Brown JA, Shannon HS, Mustard CA, McDonough P, Social and Economic Consequences of Workplace Injury: A Population-Based Study of Workers

- in British Columbia, Canada, *American Journal of Industrial Medicine*, 50 : 633-645, 2007.
- Bureau de la statistique du Québec (BSQ), Statistiques, Documents de référence : Classification des activités économiques du Québec (CAEQ), Les publications du Québec, Québec, 1990, 302 pages.
- Bureau de la statistique du Québec (BSQ), *Annuaire québécois des statistiques du travail, Portrait historique des conditions et de la dynamique du travail, Travail et rémunération*, Volume 1, numéro 2, Chapitre 6, 2005, pages 225-246.
- Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), Service de la statistique, D.C.G.I, Rapport G.R. (D08-069-E), Produit le 2008-02-26.
- Concha-Barrientos M, Campbell-Lendrum D, Steenland K, Occupational noise: Assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels, *Environmental burden of disease series*, No. 9, World Health Organization, 2004, 33 pages.
- Dawson S, Workers' compensation in Pennsylvania: the delayed contested cases, *J Health Soc Policy* 6 : 87-100, 2007.
- Dembe AE, The Social Consequences of Occupational Injuries and Illnesses, *American Journal of Industrial Medicine*, 40, 2001, pages 403-417.
- Dorman P, The Economics of Safety, Health, and Well-Being at Work: An Overview, International Labor Organisation, 2000, 41 pages, www.ilo.org/public/english/protection/safework/papers/econanal/ecoview.pdf
- European Commission - Commission Européenne, Statistical analysis of socio-economic costs of accidents at work in the European Union, Working papers and studies, 114 pages, 2004.
- Fougeyrollas P, Tremblay J, Noreau L, Dumont S, St-Onge M, Les personnes ayant des incapacités : Encore plus pauvres et à part... qu'égales, Les facteurs personnels et environnementaux associés à l'appauvrissement des personnes ayant des incapacités et de leur famille, Rapport de recherche, Institut de réadaptation en déficience physique de Québec et Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale, 252 pages, 2005.
- Galizzi M, Boden LI, Liu T-C, Workers' Story- Results of a survey of Workers Injured in Wisconsin, Workers Compensation Research Institute, 1998, 66 pages.
- Gauthier J, L'exercice du droit à l'indemnisation pour surdité professionnelle : Un choix contraint pour les travailleurs qui en sont victimes ?, Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures, Université de Montréal, Montréal, Février 1999, 80 pages.
- Gervais M, Massicotte P et Champoux D, Conditions de travail de santé et de sécurité des travailleurs du Québec, Rapport de recherche, Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité du travail (R-449), Février 2006, 139 pages.
- Girard SA, Picard M, Davis AC, Simard M, Larocque R, Leroux T et Turcotte F, Multiple Work-Related Accidents: Tracing the role of Hearing Status and Noise Exposure, *Occup Environ Med* 2009;66:319-324.
- Girard SA, Picard M, Courteau M, Boisclair D, Larocque R, Leroux T, Turcotte F et Simard R, Le bruit en milieu de travail : Une analyse des coûts pour

- le régime d'indemnisation, Rapport de recherche, Direction système de soins et services, Institut national de santé publique, Octobre 2007.
- Getty L, Héту R, Development of rehabilitation program for people affected with occupational hearing loss. 2. Results from group intervention with 48 workers and their spouses. *Audiology*, 30, 317-329, 1991.
- Héту R, Boudreault V, Balthazard M, Fontaine F, Fortier P, Lemoine O, Protocole d'évaluation rétrospective de l'audition d'une population exposée au bruit industriel. Montréal, CORAQ, 1981.
- Héту R, Jones L, Getty L, The impact of acquired hearing loss on intimate relationships: implications for rehabilitation. *Audiology*, 32, 363-381, 1993.
- Ide C, Hearing loss, accidents, near misses and job losses in firefighters. *Occup Med (Lond)*. 2007 May; 57(3):203-9.
- ISO Acoustique, Audiométrie liminaire tonale en conduction aérienne pour les besoins de la préservation de l'ouïe, 6189, Genève, International Standards Organization, 1983.
- ISO Acoustique – Distribution statistique des seuils d'audition en fonction de l'âge, ISO 7029, Genève, International Standards Organization, 2000.
- Josserand P et Chamonard D, Méthodologie pour l'approche du coût social du bruit en milieu industriel, *Sozial- und Präventivmedizin/Social and Preventive Medicine*, Birkhäuser Basel, Volume 27, Numbers 2-3 / May, 1982, pages 94-99.
- Kirsh B, McKee P, The needs and experiences of injured workers: A participatory research study, *Work*, 21: 221-231, 2003.
- Lahiri S, Levenstein C, Nelson DI, Rosenberge BJ, The Cost Effectiveness of Occupational Health Interventions: Prevention of Silicosis, *American Journal of Industrial Medicine*, 48:503-514 (2005).
- Melamed S, Fried Y, Fromm P, The Joint Effect of Noise Exposure and Job Complexity on Distress and Injury Risk Among Men and Women: The Cardiovascular Occupational Risk Factors Determination in Israel Study, *JOEM*, October 2004, Volume 46, Number 10, pages 1023-1032.
- Moratta TC, Themann CL, Randolph RF et al, Working in Noise with Hearing Loss: Perceptions from Workers, Supervisors, and Hearing Conservation Program Managers, *Ear Hear*, Vol. 26, No. 6, pp. 529-545, 2005.
- Nelson IN, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M, The Global Burden of Occupational Noise-Induced Hearing Loss, *American Journal of Industrial Medicine*, 2005, 48, pages 446-458.
- New Zealand Occupational Safety and Health Service (NZ-OSHS), Management of Noise at Work – Control Guide, Department of Labour, New Zealand, November 1996, 216 pages. Te Tari Mahi.
- Niven KJM, A review of the application of health economics to health and safety in healthcare, *Health Policy*, 61:3, 291-304, 2002.
- Organisation internationale du travail (OIT), La sécurité en chiffres – Indications pour une culture mondiale de la sécurité au travail, Bureau international du travail, Genève, 2003, 32 pages.
- Picard M, Girard SA, Simard M, Larocque R, Leroux T et Courteau M, Association of work-related accidents with noise in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some 240,000

- person-years of observation, *Accident Analysis and Prevention*, 40 (2008), 1644 – 1652.
- Picard M, Girard SA, Courteau M, Leroux T, Larocque R, Turcotte F, Lavoie M, et Simard M, Could driving safety be compromised by noise exposure at work and noise-induced hearing loss?, *Traffic Injury Prevention*, 9:5, 489 – 499, 2008.
- Simpson A, Careau PU, Erreur de mesure en audiométrie au service de dépistage PARLAB et périodicité du suivi audiométrique du travailleur, Lévis, Parlab, 1987.
- Tompa E, Dolinschi R, de Oliveira C et Irvin E, A systematic review of occupational health and safety interventions with economic analyses, *Journal of occupational and environmental medicine*, 51:9, 1004-1023, 2009.
- Zwerling C, Sprince NL, Davis CS, Whitten PS, Wallace RB, Heeringa SG, Occupational Injuries Among Older Workers With Disabilities: A prospective Cohort Study of the Health and Retirement Survey, 1992 to 1994, *American Journal of Public Health*, November 1998, Vol. 88, No. 11, 1998, pages 1691-1695.

Note

1. Aucun accident mortel n'est survenu au sein de l'échantillon étudié durant la période de suivi. Le fait de considérer les accidents mortels dans le cadre de cette étude aurait eu comme conséquence d'augmenter le coût des accidents survenus au sein de l'échantillon.