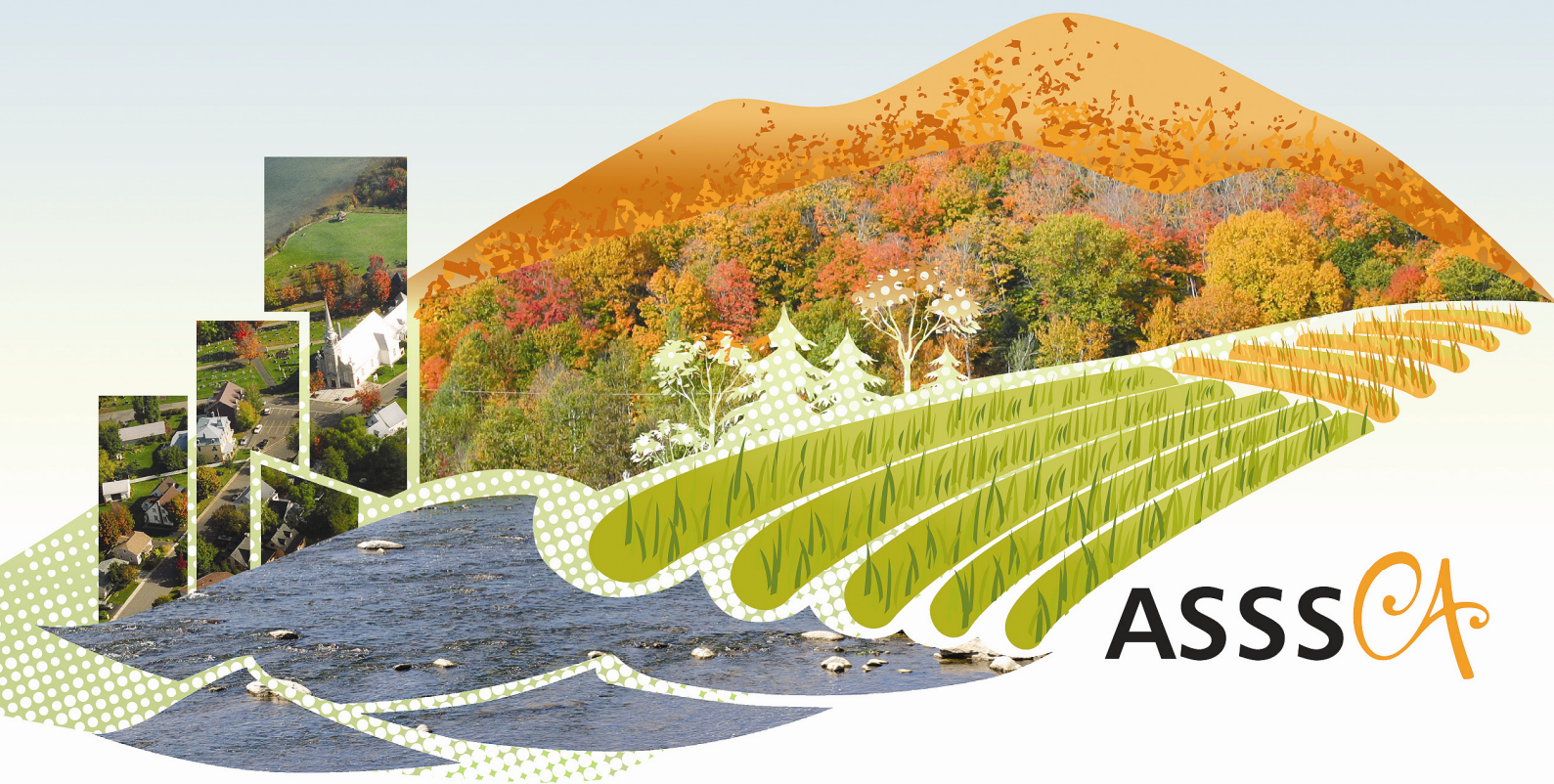




ASSS *A*

LE BRUIT COMME FACTEUR EXPLICATIF DANS LES ENQUÊTES POUR ACCIDENTS MORTELS AU TRAVAIL



LE BRUIT COMME FACTEUR EXPLICATIF DANS LES ENQUÊTES POUR ACCIDENTS MORTELS AU TRAVAIL

Juillet 2011

*Agence de la santé
et des services
sociaux de Chaudière-
Appalaches*

Québec



Rédaction, recherche et analyse

- Richard Martin, M.A., Direction de santé publique et de l'évaluation (DSPE) de Chaudière-Appalaches (coordination du projet)
- Danny Belzile, agent de planification, de programmation et de recherche, DSPE de Chaudière-Appalaches
- Pierre Deshaies, M.D., M.Sc., CSPQ, FRCP, CHAU Hôtel-Dieu de Lévis et DSPE de Chaudière-Appalaches

Recherche et analyse

- Pauline Fortier, M.O.A., audiologiste, Direction de santé publique de la Montérégie et Institut national de santé publique du Québec
- Chantal Laroche, Ph.D., audiologiste, professeur-chercheur au programme d'audiologie et d'orthophonie de l'Université d'Ottawa
- Tony Leroux, Ph.D., audiologiste, professeur-chercheur à l'École d'orthophonie et d'audiologie de l'Université de Montréal
- Hugues Nélisse, Ph.D., chercheur, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST)
- Serge André Girard, M.A., agent de recherche, Institut national de santé publique du Québec
- Robert Arcand, M.A., agent de recherche, Institut national de santé publique du Québec
- Michel Picard, Ph.D., audiologiste, professeur-chercheur à l'École d'orthophonie et d'audiologie de l'Université de Montréal
- Maurice Poulin, M.D., médecin-conseil, Institut national de santé publique du Québec

Soutien technique

- Sylvie Veilleux, technicienne en recherche psychosociale, Pier-Anne Paquet-Gagnon, agente de planification, de programmation et de recherche et Brigitte Pelchat, agente administrative, DSPE de Chaudière-Appalaches

Révision et mise en page

- Lucie Pelchat, Sylvie Lepage et Brigitte Pelchat, agentes administratives, DSPE de Chaudière-Appalaches

Le bruit comme facteur explicatif dans les enquêtes pour accidents mortels au travail est une production de l'Agence de la santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches.

363, route Cameron
Sainte-Marie (Québec) G6E 3E2
418 386-3363
www.agencesss12.gouv.qc.ca

Lorsque le contexte le permet, les genres masculin et féminin utilisés dans ce document désignent aussi bien les femmes que les hommes.

Toute reproduction partielle de ce document est autorisée et conditionnelle à la mention de la source.

Ce document est disponible sur le site Web de l'Agence de la santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches à l'adresse suivante : www.agencesss12.gouv.qc.ca.

L'utilisation de termes génériques a simplement pour but d'alléger le texte, et ce, sans discrimination.

Dépôt légal
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2011
Bibliothèque et Archives Canada, 2011

ISBN – 978-2-89548-649-7 (version PDF)

Document déposé à SantéCom (<http://www.santecom.qc.ca>) :
Toute reproduction partielle de ce document est autorisée et conditionnelle à la mention de la source.

© Agence de la santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches, 2011

La réalisation de cette étude a été rendue possible grâce à une subvention octroyée conjointement par le ministère de la Santé et des Services sociaux et de l'Agence de la santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches dans le cadre du *Programme de subventions en santé publique pour projets d'étude et d'évaluation*.

REMERCIEMENTS

La présente étude s'est enrichie de la participation et de la collaboration de nombreux partenaires et collègues.

Merci plus particulièrement à :

- M^{me} Brigitte Pelchat, agente administrative à la DSPE de Chaudière-Appalaches, pour le dénombrement et le classement des rapports d'enquête obtenus.
- M. Roger Rinfret, responsable des rapports d'enquête, et M^{me} Carole Bergeron, chef d'équipe, Centre de documentation de la CSST
- M. André Turcot, ingénieur et coordonnateur de l'équipe de soutien à l'enquête, Direction de la prévention et de l'inspection, Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), pour sa présentation au groupe de recherche et ses éclaircissements au regard du contexte d'enquête propre à la CSST
- M^{me} Andrée Fafard, agente de planification, de programmation et de recherche, DSPE de Chaudière-Appalaches pour sa collaboration à la mise en œuvre du projet d'étude.
- M^{me} Lucie Gélneau, chercheure au Centre de santé et de services sociaux de la Vieille Capitale, pour ses éclaircissements sur la notion de causalité en recherche qualitative.

Merci également à tous les autres collaborateurs et collègues qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet d'étude.



RÉSUMÉ

Le bruit comme facteur explicatif dans les enquêtes pour accidents mortels

Les études s'intéressant au lien entre l'exposition au bruit en milieu de travail et le risque d'accidents donnent des résultats contradictoires. Cependant, les modèles de Wilkins (1981) et de Héту (1994) illustrent la plausibilité de l'existence d'un tel lien, bien que l'état actuel des preuves scientifiques ne permette pas de conclure, et encore moins d'en estimer l'ampleur.

À partir de l'analyse du contenu narratif des 788 rapports d'enquête réalisées par la Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST) par suite d'accidents mortels survenus chez des travailleurs entre 1990 et 2005, la présente étude vise principalement à décrire la contribution du bruit dans ces accidents. Ainsi, le facteur bruit a été considéré par les enquêteurs comme une des hypothèses pouvant expliquer l'accident dans 21 rapports d'enquête et il a été retenu comme un des facteurs explicatifs dans 17 accidents, soit 2,2 % de l'ensemble des accidents mortels. Les auteurs sont d'avis que le facteur bruit aurait vraisemblablement pu expliquer en partie au moins cinq (5) autres accidents.

Le bruit n'a pas été considéré comme seule cause de l'accident, notamment parce que les enquêteurs ont retenu d'autres facteurs explicatifs, tels la négligence des mesures de sécurité et un temps de réaction trop court.

Les accidents mortels, pour lesquels le bruit a été retenu comme facteur explicatif, concernent des problèmes de perception de signaux sonores avertisseurs de danger. En effet, pour tous les événements dont l'enquête a retenu le facteur bruit comme cause, la victime ne pouvait pas entendre ou reconnaître des signaux avertisseurs de danger, tels l'alarme de recul d'un camion ou le cri d'un collègue. Cette observation soutient la plausibilité d'une relation de causalité entre le facteur bruit et la survenue d'accidents dans pareilles circonstances. Les résultats d'autres études publiées appuient la relation entre le bruit et le risque d'accident lorsque de tels problèmes de perception de signaux sonores sont présents.

Par ailleurs, l'utilisation des rapports d'enquête pour des fins de surveillance de l'état de santé de la population a été explorée dans le cadre de l'étude et deux avenues possibles sont présentées.

Considérant l'omniprésence du bruit en milieu de travail et le lien avec la sécurité des travailleurs montré dans l'étude, les auteurs concluent que le bruit devrait être davantage considéré dans les enquêtes pour accidents en milieu de travail, notamment dans tous les cas d'accidents où un travailleur est frappé par un véhicule dans un environnement bruyant.



ABSTRACT

Noise as an explanatory factor in inquiry reports for fatal accidents

Current scientific literature studying the possible link between exposure to noise at work and the risk of work accidents provides contradictory results. On the other hand, two models (Wilkins, 1981; Hetu, 1994) illustrate the plausibility of the existence of such a link.

This study is based on the content analysis of the 788 investigation reports from the Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (Workers' Compensation Board of Quebec) on fatal work-related accidents between 1990 and 2005. It aims at describing the contribution of noise as one of the explanatory factors during investigations looking into the specific causes of each fatal accident. The written information contained in the accident reports for contextual and technical elements were used.

Noise has been considered as a one of the plausible hypothesis to explain the accident in 21 investigative reports, but it was explicitly stated as one of the causes in 2.2% (17/788) of fatal accidents. The authors come to the conclusion that noise could have partly explained at least five (5) other accidents.

Noise was not typically considered as a unique cause in the accident, notably because the investigators considered that the accident would also due to other risk factors (for example, disregard of safety rules, reaction time too short).

Noise is an important explanatory factor of fatalities concerning problems of perception of sound signals warning of danger (ex. trucks back alarms or the scream of a colleague). This observation supports the plausibility of a causal relationship between noise and the occurrence of accidents in similar circumstances. This finding is supported by other published studies when there are problems in the perception of sound signals.

In addition, the use of investigative reports for populational surveillance purpose was explored in this study and the feasibility of two options was analyzed.

Considering that noise is so ubiquitous in the workplace and may also interfere with vigilance and other risk factors for accidents, we conclude that noise may be a much more important contributing factor to accidents than what is actually recognized, particularly in all accidents where a worker is struck by a vehicle in a noisy environment.



TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	I
RÉSUMÉ.....	III
ABSTRACT.....	V
TABLE DES MATIÈRES.....	VII
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	XI
LISTE DES ACRONYMES.....	XIII
1. INTRODUCTION.....	1
2. PROBLÉMATIQUE DU BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL : UN APERÇU DES CONNAISSANCES.....	3
2.1. MODÈLES EXPLICATIFS POUR L'ANALYSE DES LIENS ENTRE LE BRUIT ET LE RISQUE D'ACCIDENTS .	4
2.1.1. Perception d'un signal sonore.....	4
2.1.2. Interaction entre les capacités auditives de l'individu et son environnement de travail.....	6
2.2. BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL ET RISQUE D'ACCIDENTS (ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES).....	8
2.2.1. Interférence du bruit ambiant avec l'écoute et la communication.....	9
2.2.1.1. Perte auditive et port de protecteurs auditifs.....	9
2.2.1.2. Habituation.....	12
2.2.1.3. Diminution de la vigilance.....	12
2.2.1.4. Le bruit ambiant à l'origine d'accidents en milieu de travail?.....	14
2.3. DONNÉES NARRATIVES (RAPPORTS) COMME SOURCE D'INFORMATION.....	15
3. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	17
4. MÉTHODE.....	19
4.1. POPULATION DE L'ÉTUDE.....	19
4.2. SOURCE DE DONNÉES.....	19
4.3. STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE.....	21
4.3.1. Exploitation des données dans l'ensemble des deux blocs de rapports 1990-1999 et 2000-2005.....	22
4.3.1.1. Mention explicite du facteur bruit dans les enquêtes.....	22
4.3.1.2. Niveau de considération du facteur bruit dans l'enquête, lorsque mentionné explicitement (Objectif 2).....	23
4.3.1.3. Analyse du facteur bruit dans les rapports d'enquête (Objectif 4).....	23

4.3.2.	Exploitation des données dans le bloc de rapports 2000-2005	24
4.3.2.1.	Milieus bruyants.....	24
4.3.2.2.	Caractéristiques et circonstances des accidents mortels survenus en milieu bruyant entre 2000 et 2005 (Objectif 1).....	25
4.3.2.3.	Facteur bruit comme élément qui aurait pu être considéré dans l'enquête (Objectif 3).....	25
4.3.3.	Facteur bruit et le plan de surveillance de santé publique (Objectif 5).....	27
4.4.	TRAITEMENT DE L'INFORMATION	28
4.5.	RECHERCHE DOCUMENTAIRE	29
5.	RÉSULTATS	31
5.1.	CONSIDÉRATION DU FACTEUR BRUIT DANS LES RAPPORTS D'ENQUÊTE	31
5.2.	ANALYSE U FACTEUR BRUIT LORSQUE MENTIONNÉ EXPLICITEMENT DANS LES ENQUÊTES (OBJECTIF 4).....	32
5.2.1.	Période 1990-2005	32
5.2.2.	Période 2000-2005 (bloc principal) (Objectif 2)	39
5.2.3.	Période 1990-1999 (bloc complémentaire) (Objectif 2).....	42
5.3.	CARACTÉRISTIQUES ET CIRCONSTANCES DES ACCIDENTS MORTELS SURVENUS EN MILIEU BRUYANT – PÉRIODE 2000-2005 (BLOC PRINCIPAL) (OBJECTIF 1).....	46
5.3.1.	Organisation	46
5.3.2.	Accidenté.....	47
5.3.3.	Événement	49
5.3.4.	Rapports d'enquête où le facteur bruit aurait pu être considéré : les accidents impliquant un véhicule (Objectif 3)	49
6.	DISCUSSION	57
6.1.	LE BRUIT COMME CAUSE D'ACCIDENT MORTEL EN MILIEU DE TRAVAIL?	57
6.2.	BRUIT COMME FACTEUR CONTRIBUTIF	61
6.3.	LIMITES DE L'ÉTUDE.....	63
7.	RECOMMANDATIONS POUR LES INTERVENANTS EN SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL	65
7.1.	ANALYSE DU FACTEUR BRUIT DANS LE CADRE DES ENQUÊTES SUR LES ACCIDENTS EN MILIEU DE TRAVAIL	65
7.2.	SURVEILLANCE DES DÉCÈS EN MILIEU DE TRAVAIL.....	67
	CONCLUSION	69
	LISTE DES RÉFÉRENCES.....	71
	ANNEXES	85

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I – DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES ACCIDENTS DE TRAVAIL MORTELS SURVENUS EN MILIEU DE TRAVAIL AU QUÉBEC ENTRE 1990 ET 2005.....	87
ANNEXE II – MÉTHODE D’ENQUÊTE À LA CSST : UN BREF APERÇU.....	91
ANNEXE III – GRILLE DE COLLECTE ET PANORAMAS DE SAISIE DE DONNÉES.....	93
ANNEXE IV – DONNÉES SUR LES 284 RAPPORTS D’ENQUÊTE ANALYSÉS DU BLOC PRINCIPAL (2000-2005).....	107
ANNEXE V – DONNÉES SUR LES 161 RAPPORTS D’ENQUÊTE AYANT IDENTIFIÉ UNE SOURCE DE BRUIT (2000-2005)	109
ANNEXE VI – APERÇU DES MENTIONS EXPLICITES DU FACTEUR BRUIT DANS LES RAPPORTS D’ENQUÊTE (2000-2005).....	115
ANNEXE VII – DONNÉES SUR LES 32 RAPPORTS D’ENQUÊTE AVEC MENTION DU BRUIT (2000-2005)	119
ANNEXE VIII – EXTRAITS DE QUATRE RAPPORTS D’ENQUÊTE DE LA CSST DU BLOC COMPLÉMENTAIRE (1990-1999)	123
ANNEXE IX – DONNÉES SUR LES 35 RAPPORTS D’ENQUÊTE DU BLOC COMPLÉMENTAIRE AVEC MENTION DU BRUIT (1990-1999)	125
ANNEXE X – EXEMPLES DE SITUATIONS OBSERVÉES QUANT À L’ANALYSE DU FACTEUR BRUIT DANS LES RAPPORTS D’ENQUÊTE ET COMMENTAIRES DES EXPERTS.....	127



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Effets potentiels du bruit en milieu de travail	3
Figure 2 : Perception d'un signal sonore (<i>traduit de Wilkins, 1981</i>)	5
Figure 3 : Modèle de l'interaction individu-environnement de travail	7
Figure 4 : Logigramme de l'étude du facteur bruit dans les enquêtes sur les accidents mortels au travail survenus au Québec entre 1990 et 2005	21
Figure 5 : Logigramme des critères retenus pour analyser si le facteur bruit aurait pu être considéré dans l'enquête (Objectif 3)	27
Figure 6 : Logigramme du résumé des résultats de l'étude du facteur bruit dans les enquêtes sur les accidents mortels au travail survenus au Québec entre 1990 et 2005 (N = 788)	31
Figure 7 : Logigramme décrivant la « mesure » du facteur bruit dans les enquêtes d'accident (1990-2005)	34
Figure 8 : Logigramme sur le caractère complet de la mesure du facteur bruit (1990-2005)	35
Figure 9 : Logigramme sur les qualités techniques de l'appréciation du facteur bruit (1990-2005)	36
Figure 10 : Logigramme sur les conclusions des rapports d'enquête (1990-2005)	37
Figure 11 : Logigramme des accidents mortels survenus en milieu bruyant entre 2000 et 2005 selon la présence ou non d'une mention explicite du facteur bruit dans le rapport d'enquête	39
Figure 12 : Logigramme du niveau de considération du facteur bruit dans le rapport d'enquête 2000-2005 et la conclusion de l'enquête	41
Figure 13 : Logigramme des accidents mortels survenus en milieu bruyant, entre 1990 et 1999, selon la présence ou non d'une mention explicite du facteur bruit dans le rapport d'enquête	43
Figure 14 : Logigramme du niveau de considération du facteur bruit dans le rapport d'enquête 1990-1999 et la conclusion de l'enquête	44
Figure 15 : Logigramme des accidents mortels survenus entre 2000 et 2005, selon la présence ou non d'une source de bruit	46
Figure 16 : Logigramme des accidents mortels survenus en milieu bruyant, entre 2000 et 2005, selon la mention explicite ou non du facteur bruit dans le rapport d'enquête (Objectif 3)	50
Figure 17 : Logigramme de l'analyse des rapports d'enquête sans mention explicite du facteur bruit dans des accidents de genre « frappé par un véhicule » (n = 29) (2000-2005)	51
Figure 1.1 : Répartition des décès enquêtés par la CSST en 2000 et 2001	90



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Utilisation des rapports d'enquête selon les objectifs de l'étude	20
Tableau 2 : Nombre et proportion de rapports selon le niveau de considération du facteur bruit mentionné explicitement dans les enquêtes, selon la période 1990-2005	32
Tableau 1.1 : Travailleurs assurés décédés dans des accidents de travail selon le sexe	87
Tableau 1.2 : Travailleurs assurés décédés dans des accidents de travail selon la région administrative Ensemble du Québec, période 1990-2005	88
Tableau 1.3 : Travailleurs assurés décédés à cause du travail (accidents et maladies) au Québec, entre 1990 et 2005, selon le nombre d'événements et les rapports d'enquête réalisés	89
Tableau 4.1 : Équipements en fonction au moment de l'accident dans l'aire de travail (machineries, outils)	107
Tableau 4.2 : Sources de bruit identifiées dans les rapports	107
Tableau 5.1 : Nombre de rapports d'enquête réalisés en milieu de travail bruyant selon la région sociosanitaire et la Direction régionale de la CSST (2000-2005)	109
Tableau 5.2 : Nombre de rapports d'enquête réalisés en milieu de travail bruyant selon le SAE de l'établissement concerné entre 2000 et 2005	110
Tableau 5.3 : Taille des milieux de travail bruyants où un rapport d'enquête pour accident mortel a été réalisé entre 2000 et 2005	111
Tableau 5.4 : Mécanismes de gestion présents dans les milieux de travail bruyants où un rapport d'enquête pour accident mortel a été réalisé entre 2000 et 2005	111
Tableau 5.5 : Tâche habituelle de l'accidenté au moment de l'accident et formation liée à la tâche (2000-2005)	111
Tableau 5.6 : Expérience du travailleur décédé dans l'entreprise et dans l'emploi (2000-2005)	112
Tableau 5.7 : Répartition des accidents mortels enquêtés selon le moment de survenue (2000-2005)	112
Tableau 5.8 : Lieux de survenue des accidents mortels enquêtés dans des milieux de travail bruyants entre 2000 et 2005	112
Tableau 5.9 : Description du genre des accidents mortels enquêtés survenus dans des milieux de travail bruyants entre 2000 et 2005	112
Tableau 5.10 : Lieu de l'événement pour les accidents mortels enquêtés dans des milieux de travail bruyants où le travailleur a été frappé par un véhicule entre 2000 et 2005	113
Tableau 5.11 : Travailleur décédé à la position de conducteur du véhicule et selon la partie du corps où il a été frappé dans les milieux de travail bruyants entre 2000 et 2005	113
Tableau 7.1 : Nombre de rapports d'enquête où le bruit a été mentionné comme cause selon la région administrative et la direction régionale de la CSST (2000-2005)	119
Tableau 7.2 : Nombre de rapports d'enquête ayant mentionné le bruit comme cause possible des accidents mortels au travail (2000-2005)	120
Tableau 7.3 : Nombre de rapports d'enquête avec mention du bruit comme cause possible des accidents mortels au travail selon le genre d'accident (2000-2005)	120
Tableau 7.4 : Emploi du travailleur décédé dans les rapports d'enquête où le bruit a été mentionné comme cause possible (2000-2005)	121
Tableau 7.5 : Lieu de l'événement pour les accidents mortels enquêtés en milieu de travail bruyant où le travailleur a été frappé par un véhicule (2000-2005)	121

Tableau 7.6 : Travailleur décédé à la position de conducteur de véhicule et selon la partie du corps où il a été frappé dans les milieux de travail bruyants (2000-2005)	122
Tableau 8.1 : Nombre de décès (rapports d'enquête) avec mention du facteur bruit selon la région administrative	125
Tableau 8.2 : Description du genre d'accident mortel où le bruit a été mentionné dans le rapport d'enquête	125

LISTE DES ACRONYMES

Acronyme	Nom complet
CSSS	Centre de santé et de services sociaux
CSST	Commission de la santé et de la sécurité du travail
dB _{HL}	Décibel <i>Hearing Level</i> : unité de mesure exprimant la perte d'audition par suite d'un test audiométrique sur la base d'une comparaison avec une audition dite normale
dBA	Décibel pondéré A
DSPÉ	Direction de santé publique et de l'évaluation
IC	Intervalle de confiance
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
KHZ	Kilohertz
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NIOSH	<i>National Institute of Occupational Health and Safety</i>
NTOF	<i>National Traumatic Occupational Fatalities</i>
OR	<i>Odds Ratio</i> (rapport des cotes)
PNSP	Programme national de santé publique
SAE	Secteurs d'activités économiques
S/B	Rapport signal sur bruit

1. INTRODUCTION

L'exposition au bruit en milieu de travail est une réalité fréquente au Québec et ailleurs. Selon une enquête réalisée aux États-Unis par le *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) au cours des années 1980 et sur la base des données sur la population active du *Statistical Abstracts of the United States 1992*, environ 30 millions de travailleurs américains étaient exposés chaque jour à un niveau de bruit supérieur à 85 dBA (Franks 1996). Cette statistique était d'ailleurs reprise par l'Organisation mondiale de la santé (OMS 2001). En 1998, au Québec, l'Institut de la statistique estimait à 12,8 % la proportion des travailleurs qui disent être exposés à des bruits intenses au travail les obligeant à crier¹ (Daveluy, 2000). En supposant que la situation n'ait pas changé de façon significative depuis, il est donc possible d'estimer à près de 476 000 le nombre de travailleurs québécois qui, en 2005, étaient « assez souvent » ou « tout le temps » exposés à du bruit intense².

L'importance de mieux connaître les causes évitables de décès en milieu de travail est une priorité du Programme national de santé publique (PNSP) (MSSS, 2003). D'ailleurs, les décès reliés au bruit en milieu de travail font partie des éléments du tronc commun du Plan de surveillance³ relié au PNSP. Au moment de présenter le présent projet d'étude, la direction prévention-inspection de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) priorisait également « l'élimination des facteurs de risque d'atteinte grave à l'intégrité des travailleurs par exemple, ceux pouvant entraîner la mort » (Larue, 2002, document non publié). Et, depuis peu, la CSST a convenu de considérer le bruit comme une des priorités en santé et en sécurité du travail pour la période 2008-2010 (CSST, 2009 : 39).

Le lien entre le bruit et la sécurité des travailleurs constitue, depuis plusieurs années, une préoccupation importante chez les intervenants en santé au travail de la Direction de santé publique et de l'évaluation (DSPE), ainsi que des Centres de santé et de services sociaux (CSSS) de Chaudière-Appalaches. En décembre 1997, le Directeur de santé publique de la région soulevait d'ailleurs l'existence de problèmes de sécurité liés avec les signaux sonores avertisseurs de danger, notamment dans le secteur de la construction (Desbiens, 1997).

En fait, l'association entre l'exposition au bruit et la survenue d'accidents a été étudiée dans le cadre de travaux de recherches québécoises, dont ceux de Laroche *et al.* (1990b) et de Girard *et al.* (2003). Des associations entre l'exposition au bruit en milieu de travail et les accidents y sont suggérées, ainsi qu'une plausibilité au regard d'un lien causal. Une relation dose-réponse entre, d'une part, la perte d'audition et le risque d'accidents, et, d'autre part, l'exposition au bruit et le risque d'accidents, a été décrite (Girard 2003). Toutefois, selon les auteurs, il existe peu d'études -- donc un manque de connaissance -- sur le lien entre le bruit et la survenue d'accidents de travail. Dans quelle mesure le bruit peut-il expliquer la survenue d'accidents de travail mortels au

-
1. « Dans le cadre de votre (vos) emploi(s) actuel(s), êtes-vous exposé au bruit intense (difficile d'avoir une conversation à quelques pieds de distance, même en criant)? » Daveluy, 2000
 2. 12,8 % du nombre de travailleurs formant la population active de 15 ans et plus au Québec en 2005, soit 12,8 % de 3 717 300 = 475 814 personnes [données sur la population active, Institut national de santé publique du Québec, 2006].
 3. Directions de santé publique, ministère de la Santé et des Services sociaux, en collaboration avec l'Institut national de santé publique du Québec. Plan commun de surveillance de l'état de santé de la population et de ses déterminants 2004-2007, Québec, Gouvernement du Québec, février 2005.

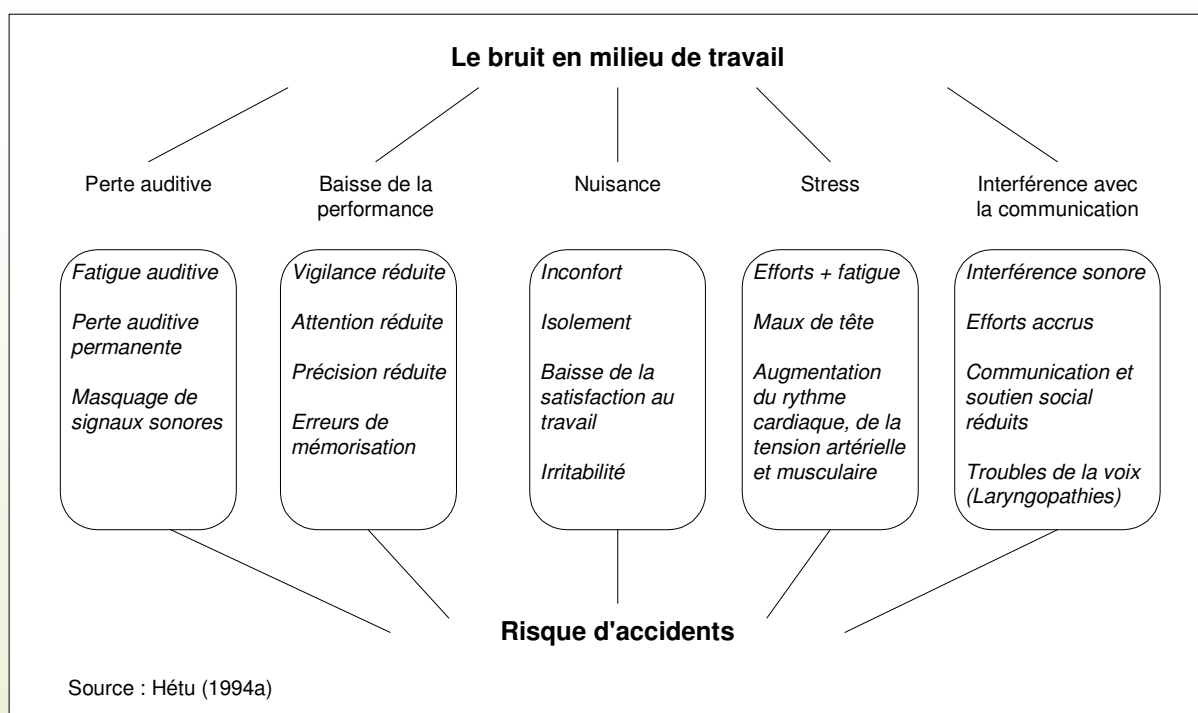
Québec? Le rôle du bruit est-il sous-estimé dans les enquêtes d'accidents mortels? Dans quelles circonstances les accidents causés par le bruit surviennent-ils? Les circonstances de survenue d'un certain nombre d'accidents mortels dans des milieux de travail bruyants de la région et ailleurs au Québec, au cours des dix dernières années, a déclenché chez eux un questionnement : le bruit pouvait-il avoir un rôle dans certains accidents? Ce rapport d'étude vise à apporter des éléments de réponses à ces questionnements.

2. PROBLÉMATIQUE DU BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL : UN APERÇU DES CONNAISSANCES

À partir d'un modèle général proposé par Hétu (1994a) sur lequel se base cette étude, cette section présente deux modèles explicatifs sur les liens entre le bruit et le risque d'accidents et des données empiriques sur le bruit et ses effets sur la sécurité des travailleurs à partir d'études épidémiologiques. Par ailleurs, d'autres approches à partir de l'étude qualitative de données narratives sur les circonstances des accidents de travail ou leur utilisation pour fins de surveillance sont revues.

Le bruit en milieu de travail est documenté sous divers angles dans les études publiées. Pour dégager une vision d'ensemble, Hétu (1994a) a proposé un modèle de l'impact du bruit en milieu de travail pouvant entraîner un effet sur le risque d'accidents. Les effets potentiels ou avérés du bruit qu'il retient sont la perte auditive, la baisse de la performance, la nuisance⁴, le stress et l'interférence avec la communication. Dans ce modèle, le risque accru d'accidents est une conséquence de ces divers effets intermédiaires, chacun pouvant augmenter le risque d'accidents de façon plausible.

Figure 1 : Effets potentiels du bruit en milieu de travail



4. Les auteurs ont choisi de traduire le terme « annoyance » par « nuisance ». D'autres travaux peuvent utiliser les termes « gêne », « dérangement », « perturbations » ou « mécontentement ». ISO/TS 15666:2003(F)

Pour la présente étude, ces effets potentiels du bruit en milieu de travail sont particulièrement d'intérêt de par leur lien avec le risque d'accidents. Avant de les explorer sous cet angle, la section suivante suggère deux modèles explicatifs utiles pour l'analyse des liens bruit-accidents.

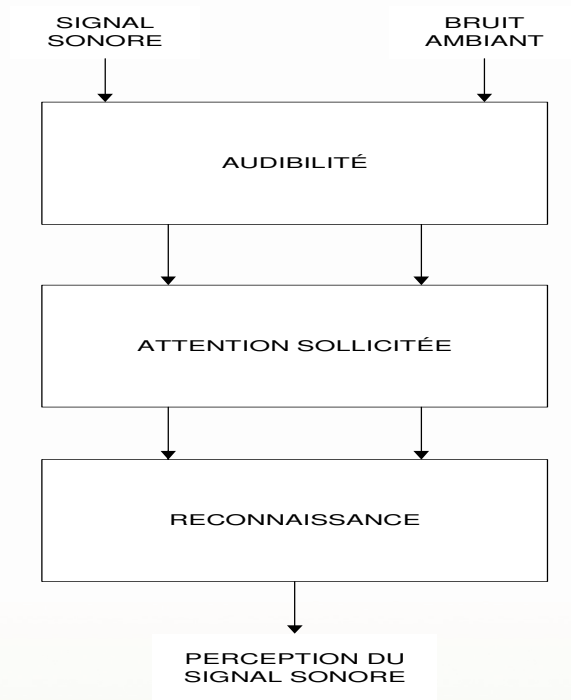
2.1 *Modèles explicatifs pour l'analyse des liens entre le bruit et le risque d'accidents*

Deux modèles sont particulièrement éclairants pour l'analyse des liens entre le bruit et le risque d'accidents, plus particulièrement au regard de l'interférence avec la communication et du masquage des signaux sonores. Celui de Wilkins (1981) énonce les grands concepts du processus de perception d'un signal sonore. Le modèle de Héту (1993) met quant à lui l'accent sur l'interaction entre les facteurs environnementaux et individuels.

2.1.1. *Perception d'un signal sonore*

Les avertisseurs sonores sont très utilisés en milieu industriel bruyant (Laroche *et al.*, 1990a). Ils visent souvent à alerter les travailleurs dans les situations de danger, par exemple lorsqu'un camion circule sur un chantier à proximité de travailleurs. Or, des accidents peuvent survenir même si un avertisseur sonore est en place et fonctionnel (Ayres et Beyer, 1994). La perception du signal par la personne exposée au danger est alors déterminante. À cet égard, le modèle de Wilkins (1981) permet de mieux comprendre le processus de perception d'un signal sonore, entre l'émission du signal (ex. : déclenchement d'une alarme de recul, cris d'un individu) et la réaction appropriée par une personne en situation de danger.

Figure 2 : Perception d'un signal sonore (*traduit de Wilkins, 1981*)



Audibilité (le signal peut-il être entendu?)

L'audibilité implique la détection d'un signal sonore par un auditeur attentif (Wilkins et Martin, 1978). Elle réfère strictement aux modalités théoriques de la possibilité d'entendre ce signal. Le concept d'audibilité réfère à celui du seuil masqué, c'est-à-dire le niveau sonore « tout juste nécessaire » pour qu'un signal sonore donné puisse être entendu dans un bruit donné (Zheng *et al.*, 2007). Ce seuil peut être inférieur au niveau de bruit ambiant, par exemple lorsque ce dernier est composé majoritairement de basses fréquences. La question est de savoir si le signal sonore peut être entendu en présence du bruit ambiant.

Attention sollicitée (le signal sera-t-il entendu?)

La capacité pour un son de solliciter l'attention implique une série de facteurs cognitifs, en plus des caractéristiques acoustiques définissant son audibilité (Wilkins et Martin, 1978). Dans un environnement de travail, une personne est exposée à une multitude de signaux sonores, mais elle n'en traitera consciemment qu'une proportion relativement faible. Pour être efficace, un signal d'alarme doit par conséquent être perçu comme se démarquant des autres sons environnants. Ainsi, le signal doit non seulement être audible pour une personne à l'écoute, il doit également capter l'attention d'un travailleur concentré sur sa tâche.

Reconnaissance (le signal sera-t-il reconnu?)

La reconnaissance d'un son comme signal d'alarme fait appel à la signification associée, à sa raison d'être « avertisseur ». Le signal est en théorie le porteur du message que le travailleur fait face à un danger imminent (Wilkins et Martin, 1978). Pour être efficace, il doit non seulement être entendu dans un contexte donné, mais aussi reconnu comme un élément inhabituel, distinct des autres sons de l'environnement de travail. Par exemple, un travailleur a non seulement besoin d'entendre l'alarme de recul d'un camion circulant sur un chantier bruyant, il doit reconnaître celle-ci comme un signe de danger, d'abord en localisant la source de l'alarme, puis en réagissant à celle-ci. Damongeot (1995) conclut qu'au-delà de l'audibilité, de l'attention sollicitée et de la reconnaissance, la personne doit réagir de manière appropriée au signal.

En général, les avertisseurs sonores devraient produire un son d'une intensité supérieure à celle du bruit ambiant pour être efficaces en situations réelles, lorsque de multiples stimuli sollicitent l'attention d'une personne. Certains travaux (*European Agency for Safety and Health at Work*, 2005; Lipscomb, 1982) parlent d'une différence minimale de 10 dBA avec le niveau de bruit ambiant. D'autres (Gagné *et al.*, 2000; Hétu et Quoc, 1994) suggèrent un signal sonore de 12 dB plus élevé que le seuil auditif masqué, dans des bandes de tiers d'octave, et ce, en tenant compte de l'âge et du port de protecteur auditifs. Quant à eux, Wilkins et Martin (1978) ont établi qu'une valeur de 15 dBA au-dessus du bruit ambiant représente une marge généralement acceptable pour éviter le masquage du signal par le bruit ambiant. Pour un travailleur souffrant de surdité, et encore plus vrai s'il porte des protecteurs auditifs, ce rapport serait vraisemblablement plus élevé, et ce, en comparaison avec une personne avec audition normale portant des protecteurs. Par exemple, pour 29 % des travailleurs ayant une surdité professionnelle, la reconnaissance de la parole peut requérir une augmentation du rapport signal sur bruit (S/B) de 20 dBA comparativement à la performance de collègues aux capacités auditives intègres (Tremblay et Picard, 1991).

Bref, selon le modèle de Wilkins (1981), la perception d'un signal sonore est un processus cognitif menant à la prise de conscience d'un son comme signal ou indicateur de danger. Il est à noter qu'il n'y a toutefois pas uniformité au chapitre de la terminologie entre les études sur le sujet. D'autres auteurs, dont Lipscomb (1982), définissent plutôt l'audibilité comme Wilkins définit la perception, c'est-à-dire par la somme de la prise de conscience de la présence d'un son, du déclenchement d'une activité neurologique, puis d'une réaction appropriée à la situation.

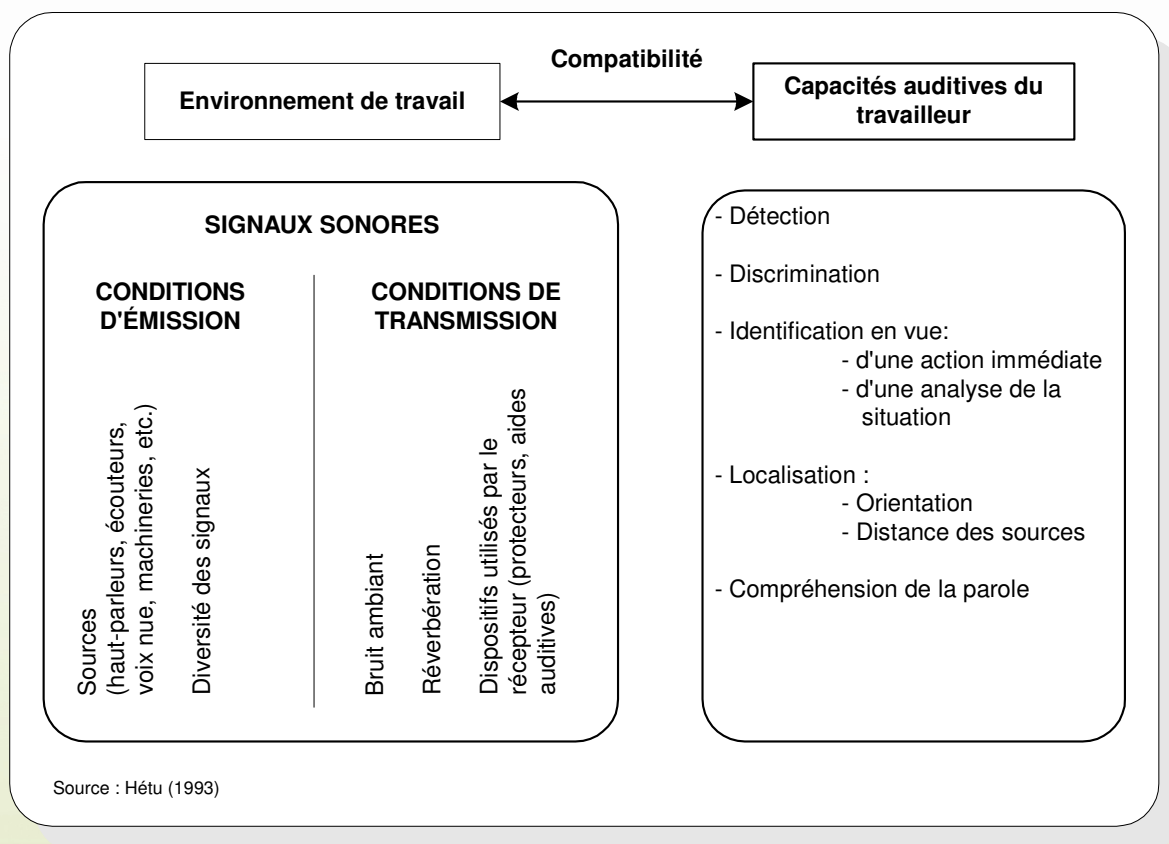
2.1.2. Interaction entre les capacités auditives de l'individu et son environnement de travail

L'analyse des liens entre le bruit et le risque d'accidents concerne également l'interaction entre les caractéristiques des milieux de travail (conditions d'émission et de transmission des sons) et celles des travailleurs (ex. : capacités de localisation). Le modèle de Hétu (1993), tel que présenté à la figure 3, conçu pour analyser la compatibilité entre les exigences d'un poste de travail et les capacités auditives des personnes,

illustre des caractéristiques (de l'environnement et du travailleur) susceptibles d'être sollicitées dans cette interaction.

Dans ce modèle, Hétu met l'accent sur l'interaction entre la personne et son environnement puisque les caractéristiques auditives individuelles sollicitées dépendent des conditions d'émission et de transmission dans un environnement de travail donné. Par exemple, le fait de détecter un son pur, émis par un écouteur calibré, dans le silence, n'est pas le même exercice que de détecter un bruit inhabituel d'une machine opérant dans un fond sonore de 85 dBA, tout en portant des protecteurs auditifs. En outre, la tâche de localiser la source d'un son sollicite des caractéristiques auditives particulières d'autant plus lorsque le milieu est réverbérant. En fait, les interactions possibles entre les conditions d'émission, les conditions de transmission et les capacités du travailleur pour traiter l'information auditive pourraient former une liste importante et complexe de combinaisons.

Figure 3 : Modèle de l'interaction individu-environnement de travail



Hétu parle d'incompatibilités possibles entre certaines caractéristiques de l'environnement de travail et de la personne. Il peut y avoir incompatibilité « parce que (a) l'environnement présente des caractéristiques non compatibles avec les capacités [auditives] humaines habituelles, ou (b) parce que la personne présente des caractéristiques particulières limitant ses capacités à répondre aux exigences d'écoute ou de communication fixées dans l'environnement de travail » (Hétu, 1993, page 7). Dans le premier cas, il importe de considérer les contraintes de l'environnement sonore et de favoriser une meilleure conception de celui-ci et des autres adaptations de l'environnement, selon les capacités auditives humaines normales. Dans l'autre, le recours à des aides auditives, ou autres types d'aide de suppléance à l'audition, peuvent permettre de corriger ou de suppléer à une déficience auditive individuelle.

2.2 Bruit en milieu de travail et risque d'accidents (études épidémiologiques)

Un accident de travail résulte d'une combinaison de facteurs dans un contexte donné (Wilkins et Acton, 1982). Si un facteur avait été différent, l'accident aurait pu ne pas se produire. Selon les études consultées, le bruit est souvent associé à la hausse du risque d'accidents, particulièrement de par son influence déterminante sur la reconnaissance des signaux sonores. Toutefois, même dans les études publiées récemment, la preuve de ce lien n'est pas toujours concluante avec, entre autres raisons, le défi méthodologique d'isoler la variable « bruit » dans l'analyse des accidents, tout en tenant compte des multiples autres facteurs en cause. Il est en effet très complexe de distinguer le rôle spécifique du facteur bruit de celui des circonstances de l'accident (Hétu, 1994a). De plus, les travailleurs en milieu bruyant sont exposés à différents facteurs de risque pouvant entraîner des blessures (Cordeiro et al. 2005) et le bruit ambiant est habituellement présent en même temps que d'autres variables ou dangers, comme les vibrations et les températures extrêmes (*European Agency for Safety and Health at Work*, 2005). L'exposition à certains contaminants chimiques, par exemple les solvants, peut même altérer les processus cognitifs impliqués dans la perception des signaux sonores, dont la mémoire et l'attention (Anger *et al.*, 1993; Iregren *et al.*, 1996).

Dans les études consultées, la problématique du bruit et des accidents en milieu de travail interpelle particulièrement les contraintes à l'efficacité des signaux sonores comme avertisseurs de danger, que ce soit des alarmes, des cris ou d'autres indices acoustiques (variations fréquentielles ou temporelles dues à une défectuosité ou un bris imminent d'une machine, bruit d'un véhicule qui approche, bruit inhabituel d'un engrenage laissant présager qu'il va saisir). En ce sens, l'interférence avec l'écoute et la communication, et la perte auditive causée par le bruit en milieu de travail, telle que considérée dans le cadre de l'étude, sont d'un intérêt central. D'autres conséquences possibles du bruit, telles que l'habituation et la perte de vigilance, sont également liées, selon certaines études, au risque d'accidents. En corollaire, des travaux ont étudié l'hypothèse d'un lien explicatif entre le bruit ambiant et les accidents en milieu de travail.

2.2.1. Interférence du bruit ambiant avec l'écoute et la communication

Le bruit ambiant affecte de manière particulière les processus de communication dans un milieu de travail, autant pour les signaux sonores que pour la parole (Robinson *et al.*, 2000; Hétu *et al.*, 1995; Suter, 1992). Typiquement, le bruit dans l'environnement industriel rend exigeante, inefficace et ambiguë la communication verbale (Hétu, 1994b) et peut rendre inutiles, les avertisseurs sonores (Ayres, 1994).

Pourtant, la perception efficace de signaux sonores ou de la parole d'un collègue peut être vitale pour la sécurité des travailleurs (Wilkins, 1981). En masquant les signaux d'alarme et d'autres informations auditives, le bruit ambiant peut vraisemblablement être une cause d'accidents (Wilkins et Acton, 1982). Par exemple, Wilkins et Acton (1982) citent un accident de travail mortel où des cris d'alarme ont été masqués par le bruit de machines, et un autre où des locomotives ont écrasé des piétons, sans que ces derniers aient pu entendre des signaux sonores.

Selon Wilkins (1981), les effets de masquage par le bruit ambiant sont souvent le facteur déterminant de l'audibilité. Une évaluation d'implantation d'une intervention visant à améliorer la perception des avertisseurs sonores dans une entreprise (Chabot et Gignac, 2001) conclut d'ailleurs que la réduction du bruit ambiant peut avoir un impact direct favorable sur la perception des avertisseurs sonores. D'autres auteurs (Laroche *et al.*, 1991; Damongeot, 1995) soulèvent l'existence de zones importantes de masquage du signal par le bruit du moteur, même en certains points très proches derrière le véhicule, donc de la source du signal. Ce phénomène de masquage, qui survient en présence de multiples sources de bruit, rendrait la perception encore plus difficile dans des conditions de travail réelles où plusieurs engins évoluent en même temps, et d'autant plus si l'ouvrier utilise lui-même un outil bruyant.

2.2.1.1. Perte auditive et port de protecteurs auditifs

La perte auditive peut résulter d'une variété de facteurs, dont l'exposition à des niveaux de bruit élevés (Kryter, 1994). Elle peut se manifester de façon temporaire (fatigue auditive) puis devenir une atteinte permanente si l'exposition se répète sans récupération suffisante (Berglund 1999, Franks 1996, Stellman 2000). Par ses effets néfastes sur la capacité de percevoir des indices acoustiques, tel un signal sonore, il est plausible que la perte auditive se traduise par un risque accru d'accidents.

Dans certaines études, la dégradation de l'audition est en effet associée à un accroissement du risque d'accidents (Girard *et al.*, 2003; Girard *et al.*, 2002; Zwerling *et al.*, 1997; Wilkins et Acton, 1982; Wilkins et Martin, 1978). Les auteurs suggèrent l'hypothèse que le travailleur atteint de surdité a plus de difficultés à percevoir les signaux sonores avertisseurs de danger, dont les alarmes de recul de camions lourds. D'ailleurs, les études de Girard *et al.* montrent une augmentation linéaire de l'accidentabilité avec le degré d'atteinte auditive lorsque le niveau de bruit ambiant et l'âge sont contrôlés.

Une étude de cohorte rétrospective réalisée à partir des données de 1985 à 1994 de la *National Health Interview Survey* aux États-Unis (Zwerling *et al.*, 1997) a également conclu que le risque de blessures augmente chez les travailleurs avec une perte auditive. Parmi les travailleurs âgés entre 18 et 65 ans, un risque plus élevé de blessures est rapporté chez ceux avec surdité (« *Does anyone [...] NOW have deafness in one or both ears?* »⁵) (rapport de cote de 2,19 – intervalle de confiance à 95 % 1,17-4,12) et ceux avec d'autres difficultés à entendre (« *Does anyone [...] NOW have any other trouble hearing with one or both ears?* ») (rapport de cote de 1,55 – intervalle de confiance à 95 % 1,29-1,67).

Un problème particulier chez les personnes avec une perte auditive sévère est la perte de la capacité de localisation. Bien que ce problème ne soit pas le seul lot de ces personnes⁶, la localisation est un enjeu important pour la sécurité (Laroche *et al.*, 1995; Wilkins et Acton, 1982). Par exemple, un travailleur peut savoir que des chariots-élévateurs circulent à proximité mais ne pas être en mesure de localiser leur provenance ou le sens de leur circulation. D'ailleurs, la difficulté de localiser un son et de l'interpréter est un problème dont se plaignent les travailleurs souffrant de surdité (Trottier, Leroux et Deadman, 2004).

La perte auditive pourrait d'autant plus expliquer la survenue d'accidents lorsque conjuguée à la variable « bruit ambiant ». Les résultats obtenus par Girard *et al.* (2009, 2002) et Picard *et al.* (2008) précisent que le risque d'accidents est plus élevé dans les milieux bruyants (≥ 90 dBA), et ce, pour tous les degrés d'atteinte auditive.

En 1990, Moll van Charante et Mudler ont mené une étude de type cas-témoins auprès de travailleurs manuels dans un chantier naval aux Pays-Bas. L'appariement des cas et des témoins s'est fait en considérant l'âge. Les données de l'entreprise où s'est déroulée l'étude montrent une diminution monotone du risque d'accident selon l'âge (8 accidents par 100 000 heures de travail à l'âge de 20 ans comparativement à un taux de 1,6 chez les 60 ans). Ces résultats concordent avec les connaissances scientifiques en matière d'accidentabilité, lesquelles proposent que l'effet protecteur de l'âge découle, en partie, d'une meilleure connaissance du milieu, des tâches (ce qu'on appelle l'expérience) et aussi de l'approche plus conservatrice qui se développe avec l'âge (Chau *et al.*, 2004; Salminen 2004; Laflamme et Menckel, 1995; Botwinick, 1969). La sélection des variables étudiées s'est faite sur la base de leur influence possible sur la reconnaissance d'un danger imminent ou de leur effet potentiel sur la capacité d'un travailleur à réagir de façon adéquate devant une situation à risque. Ainsi, le bruit en milieu de travail, le statut auditif du travailleur, la catégorie d'emploi et les habitudes en matière de consommation d'alcool (au quotidien ou au travail) ont été considérés. Leurs résultats confirment une association entre une perte d'audition (> 20 dBHL à la fréquence 4 KHz), du niveau de bruit (> 82 dBA) et de la consommation d'alcool sur le risque d'accident. La proportion des accidents attribuables au bruit et à l'audition serait de 43 %. De plus, selon les résultats des analyses, l'effet de la perte auditive s'avère supérieur

5. Le libellé des questions posées en cours d'enquête est disponible dans Adams PF, Marano MA. *Current estimates from the National Health Interview Survey*, 1994. *Vital Health Statistics*. 1995;10(193), accessible à http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_10/10_193_2.pdf

6. D'autres paramètres peuvent faire que la localisation est difficile en milieu bruyant et réverbérant même pour des auditeurs normaux.

à celui du niveau de bruit. Les travailleurs qui ont à la fois une perte auditive importante (> 20 dBHL à la fréquence 4KHz) et une exposition à un niveau de bruit faible (≤ 82 dBA) sont ceux qui ont un risque d'accident plus élevé (OR = 4,63 IC 95 % : 2,20-9,74), Outre l'explication d'un effet masquant du bruit avancé par les auteurs, il y a lieu de croire que la taille de l'effectif étudié constitue une limite dans cette étude et ne permet pas une lecture précise des effets du bruit et de l'audition.

En contrepartie, d'autres études ont évalué le lien entre l'exposition au bruit, les accidents et la surdité, sans établir d'association significative. C'est le cas de Norweir (1984) et Straub (1974), rapportés par Girard (2002). Wilkins et Acton (1982) ont, pour leur part, analysé cinq études portant sur les liens entre le bruit et les accidents en milieu industriel. Ils concluent que les effets du bruit sur un travailleur, dont la surdité, peuvent contribuer à la survenue d'accidents, sans toutefois trouver de preuve.

Le port de protecteurs auditifs individuels est un moyen préventif utilisé pour réduire l'exposition au bruit. Or, certains travailleurs rapportent que cette protection les empêche d'entendre les signaux d'alarme (Svensson *et al.*, 2004; Verbsky, 2004; Wilkins et Acton, 1982). D'une part, les protecteurs auditifs pourraient effectivement compromettre la sécurité. L'impact le plus dramatique est l'altération de la capacité d'entendre et de comprendre les communications orales, incluant la perception des avertisseurs sonores de danger (Gasaway, 1997; Héту *et al.*, 1995). Les effets des protecteurs auditifs sur la sécurité calqueraient certains effets de pertes auditives⁷ et nuiraient aussi à la capacité de localisation, soit de juger la provenance et la distance de la source d'un signal (Héту *et al.*, 1995; Wilkins et Martin, 1987, Wilkins et Acton, 1982).

Wightman et Kistler (1997, dans McKinley et Bolia, 1998) précisent que les propriétés des protecteurs auditifs individuels (ex. : atténuation de la pression acoustique) résultent en la modification des spectres monaural et binaural, des indices importants pour la localisation. Puisque l'angle d'incidence d'un signal sonore influence le comportement acoustique de ce dernier, Héту *et al.* (1995) proposent que, dans certaines conditions, un protecteur de tête non acoustique (ex. : cagoule pare-poussière, masque de soudeur conventionnel) affecte la capacité de détection de l'avertisseur sonore, et même amplifie le bruit ambiant. La capacité de localisation du travailleur s'en trouve diminuée. Pour Wilkins et Martin (1978), les protecteurs auditifs peuvent nuire à la reconnaissance du signal en réduisant le contenu en hautes fréquences de certains signaux sonores, et en altérant la distribution naturelle de l'énergie spectrale.

D'autre part, les protecteurs auditifs ne nuiraient pas nécessairement à la perception d'un signal d'alarme. Après la consultation de onze études expérimentales, Wilkins et Martin (1987) avancent qu'il est raisonnable de conclure que les protecteurs auditifs n'ont en général aucun effet important sur l'audibilité des signaux sonores. Selon eux, les protecteurs auditifs atténuent à la fois le bruit ambiant et le signal dans une bande fréquentielle spécifique. Donc, le rapport signal/bruit dans ces bandes, qui gouverne la détection du signal, demeure essentiellement le même. En outre, d'autres auteurs (McKinley et Bolia, 1998; Héту *et al.*, 1995) suggèrent que

7 À noter que tous les types et degrés de surdité ne compromettent pas nécessairement la capacité de localisation.

les capacités de localisation d'une source dans un environnement bruyant seront maintenues malgré le port de protecteurs auditifs, à condition que les signaux sonores soient perçus et soient de durée suffisante pour permettre de tourner la tête et de visualiser la source si cela est nécessaire. Dans un tel cas, le temps de réaction requis doit évidemment permettre au travailleur de se déplacer hors de danger. En conclusion, compte tenu des diverses variables qui influencent la perception d'un signal sonore en milieu bruyant, il n'est pas étonnant qu'il n'y ait pas de consensus au regard de l'effet des protecteurs auditifs sur la sécurité.

2.2.1.2. Habituation

Parmi les hypothèses explicatives d'une non-réaction à une alarme de recul, Damongeot (1995) note l'habituation aux signaux, du fait de leur multiplicité et de leur activation fréquente dans le temps et dans l'espace. Différentes études tendent à confirmer cette hypothèse (Fernandez, 1996; Laroche *et al.*, 1995; Ayres, 1994). Pour une personne travaillant huit heures par jour dans une ambiance sonore composée de multiples alarmes de recul, un phénomène d'accoutumance aux signaux se produit et peut devenir extrêmement dangereux (Fernandez, 1996). L'inefficacité des avertisseurs reposerait donc en partie sur la surexposition au signal (Ayres, 1994). Ainsi, l'utilisation du signal de recul selon Damongeot (1995) donne une fausse impression de sécurité autant pour les piétons situés à l'arrière du véhicule que pour le conducteur. Il cite l'exemple d'un conducteur assumant que les autres travailleurs éviteront la zone de danger car son véhicule est muni d'un klaxon de marche arrière.

Wilcox (1994) contredit cependant ce concept de fausse sécurité. Il dénonce, dans un commentaire publié dans « *Ergonomics in design* », l'absence de preuve convaincante pour avancer que les opérateurs sont davantage négligents si leur chariot-élévateur est muni de dispositifs d'alarme. Wilcox propose même que de se retrouver au milieu de chariots-élévateurs pouvant tous être vus et entendus ne serait pas plus sécuritaire.

2.2.1.3. Diminution de la vigilance

Le concept de « vigilance » est multidimensionnel et implique une variété de considérations desquelles il ne sera question ici que d'un survol. Globalement, la vigilance peut être définie comme un « état de réactivité de l'organisme, qui conditionne sa capacité adaptative. (...) désigne tout à la fois un état fonctionnel des centres nerveux et la capacité adaptative qui en découle, admettant donc une relation entre hiérarchie des comportements et niveaux d'activité (ou d'excitabilité) du système nerveux »⁸. En fait, la « vigilance » est un concept global pouvant être décomposé : elle varie selon une échelle où le sommeil représente le plus bas niveau et où, notamment, la veille diffuse et la veille attentive constituent des degrés croissants. La veille attentive est dite « volontaire » (*monitoring* actif ou attention auditive sélective) lorsque l'attention précède la

8. Site internet de l'Office de la langue française du Québec
http://www.granddictionnaire.com/BTML/FRA/r_Motclef/index1024_1.asp

perception. Les signaux sont recherchés avant même d'être perçus (Treisman & Gelade, 1980). Un signal peut être détecté et traité parmi un ensemble d'autres signaux appartenant à plusieurs modalités sensorielles. Elle est « involontaire » (*monitoring* passif) si l'attention suit la perception (les signaux s'imposent) (Johnson & Proctor, 2004).

La relation entre la « vigilance » et la sécurité des travailleurs est nuancée selon les recherches consultées. Certaines études (Passchier-Vermeer et Passchier, 2000; Smith, 1992; Wilkins et Acton, 1982) suggèrent que le bruit en milieu de travail pourrait amener une personne occupée à une tâche complexe à s'isoler de son environnement, être moins « attentive » aux événements survenant en périphérie de son espace de travail et, par conséquent, être plus à risque d'être victime d'un accident. Cette diminution de la « vigilance » (défini ici en termes de « veille attentive involontaire »), tributaire notamment de la fatigue auditive (Melnick, 1991 et Kryter, 1994 dans Girard *et al.*, 2002), s'ajouterait aux autres facteurs de risque dans un environnement de travail (ex. : utilisation d'outils dangereux). Elle pourrait survenir à des niveaux sonores plus faibles que ceux considérés dangereux d'un point de vue physique (Duchon et Hudock, 1989). Toutefois, aucune preuve empirique ne permet de confirmer ces hypothèses.

Enfin, des données tirées de l'enquête SUMER 2003 sur les conditions de travail des travailleurs salariés européens ont montré une association entre des niveaux de bruit nocifs pour l'audition⁹ et un risque accru d'accidents. Ainsi, 9 % des salariés exposés à des niveaux de bruit nocifs pour l'audition ont connu un accident avec arrêt de travail, au cours des 12 mois précédents l'enquête. L'hypothèse soulevée est que le bruit intense et permanent peut contribuer à relâcher la vigilance ou à empêcher la perception d'un danger (Hamon-Cholet et Sandret, 2007a : 2; 2007b : 386).

D'autres études appuient plutôt l'hypothèse que le bruit peut favoriser la « vigilance », définie cette fois comme concept cognitif inhérent à la tâche accomplie (« veille attentive volontaire ») (Auburn, Jones et Chapman, 1987; Jones, 1984; Jones, 1983). La performance en « veille attentive volontaire » est probablement améliorée (sous certaines conditions) par la présence de bruit, qui met en éveil le système réticulaire. Autrement dit, théoriquement, les travailleurs en mode « *monitoring* actif » dans un milieu bruyant auraient plus de chances de percevoir les signaux sonores avertisseurs de danger car, en quelque sorte, ils les recherchent avant même de les percevoir. Toutefois, le maintien de cet état de vigilance sur de longues périodes peut exiger un effort, lequel peut s'atténuer avec le temps (Johnson & Proctor, 2004).

9 Soit plus de 85 dBA ou des bruits d'impacts pendant plus de 20 heures par semaine.

2.2.1.4. Le bruit ambiant à l'origine d'accidents en milieu de travail?

Des études se sont intéressées spécifiquement aux liens entre le bruit ambiant et les accidents de travail, en formulant l'hypothèse d'un lien explicatif entre ces deux variables. Selon Girard *et al.* (2003a), les milieux où le bruit ambiant excède 90 dBA sont plus à risque puisque le risque d'accidents y croît de 8 % comparativement aux milieux où le bruit ambiant est inférieur à 90 dBA. Cette association est indépendante du degré d'atteinte auditive, et ce, en contrôlant pour l'âge et l'expérience en milieu bruyant.

En France, à partir de l'analyse de résultats de l'enquête SUMER 2003, on estime que le bruit accroît le risque d'accidents de 24 % (OR : 1,24). Avec les efforts physiques, il serait un facteur contribuant, pour une large part, au risque d'accidents (Hamon-Cholet et Sandret, 2007b : 383 et 386).

Baretto *et al.* (1997) ont réalisé une étude de type cas-témoins portant sur les travailleurs décédés à la suite d'un accident en milieu de travail dans l'industrie de l'acier. Leurs résultats montrent une augmentation significative du risque d'accidents en fonction du niveau d'exposition au bruit au travail. Une étude de Melamed *et al.* (1992), dans le cadre de l'étude CORDIS (*Cardiovascular Occupational Risk-factors Detection in Israel*), présente une association entre l'exposition à des niveaux de bruit égaux ou supérieurs à 85 dBA et l'augmentation des accidents de travail et des congés de maladie. Enfin, Kjeliberg (1990, dans Cordeiro *et al.*, 2005) émet une conclusion semblable en rapportant que les niveaux de bruit élevés sont associés à de hauts taux d'accidents de travail.

Pour sa part, Smith (1990) conclut que le lien entre le bruit et les accidents de travail n'est pas clairement démontré. Il retient que certaines études (Wojtczak-Jaroszowa et Jarosz, 1987; Noweir, 1984; Schmidt *et al.*, 1980; Jessel, 1977; Cohen, 1976; Cohen, 1973; Kerr, 1950) établissent une plus grande proportion d'accidents dans les secteurs où le bruit est très élevé (95 dBA et plus) alors que d'autres (Lees *et al.*, 1980) ne rapportent aucun effet du bruit sur le risque d'accidents. Selon Smith (2003), toutes ces études antérieures ont comme problème méthodologique de ne pas contrôler des biais de confusion. Pour cet auteur, les liens bruit ambiant-accidents rapportés dans ces études peuvent être interprétés d'autres façons. Une réduction des blessures a été observée tant chez des travailleurs portant régulièrement ou pas une protection auditive. Un autre problème majeur d'après Smith est la définition même d'un accident. Des études ont établi qu'un accident réfère à des blessures requérant une attention médicale alors que d'autres incluent des blessures mineures.

L'exposition professionnelle au bruit a été liée à de nombreux effets négatifs à la santé (Berglund, 1999). L'hypothèse d'un effet causal ou contributif de bruit au travail sur la survenue des accidents de travail a été abordée dans certaines études (Barreto *et al.*, 1997; Dias Cordeiro & 2007; Melamed *et al.*, 1992; Zwerling 1997; van Moll Charentaise & Mulder, 1990; Cordeiro 2005). Les récents travaux de Girard *et al.* suggèrent une relation dose-réponse entre l'exposition au bruit, une déficience auditive et le risque d'accidents (Girard *et al.*, 2003a-c). Basée essentiellement sur deux modèles explicatifs (figures 1 et 2) (Hétu 1994; Wilkins 1981) et les données empiriques, il y aurait une plausibilité biologique de l'existence d'une relation causale entre

l'exposition au bruit et le risque d'accidents en milieu de travail (Hétu 1993; Wilkins, 1981; Laroche *et al.*, 1991). L'interférence du bruit ambiant avec l'écoute et la communication apparaît comme un mécanisme explicatif vraisemblable (Robinson *et al.*, 2000; Suter, 1992; Hétu 1994; Ayres & Beyer, 1994). Parmi d'autres facteurs d'explication plausibles, l'accoutumance et la baisse de vigilance sont rapportés (Passchier-Vermeer & Passchier 2000; Smith, 1992; Wilkins & Acton, 1982). Néanmoins, dans quelle mesure le bruit agit comme un facteur causal ou contributif sur les accidents du travail mortels demeure incertain et sujet à débat.

En résumé, les études consultées apportent des éléments de plausibilité du lien entre l'exposition au bruit et la survenue d'accidents de travail. Cependant, elles n'apportent pas un degré de preuve scientifique suffisant pour confirmer ou infirmer ce lien.

2.3 Données narratives (rapports) comme source d'information

Tel que vu précédemment, les écrits recensés traitant du lien entre bruit et accidents en milieu de travail ont présenté des modèles théoriques appuyés de diverses connaissances scientifiques (audiologie, psychologie, etc.) et des données empiriques basées sur des études épidémiologiques. Par ailleurs, d'autres études ont porté sur l'analyse qualitative des circonstances des accidents de travail à partir de données narratives contenues dans des rapports de coroners en utilisant la synthèse des causes des événements (Sanmiquel *et al.*, 2010) de contenu textuel dans des bases de données lésionnelles (Sorock *et al.*, 1997), de contenu narratif sur les circonstances de blessures ou d'empoisonnements dans le cadre d'une enquête nationale (Wellman *et al.*, 2004), de contenu narratif d'une base de données nationale sur les accidents mortels en milieu de travail (NTOF¹⁰) (Stout and Jenkins, 1995) ou de rapports d'enquête d'accidents d'un organisme en santé-sécurité du travail (Bulzacchelli *et al.*, 2008). Elles présentent l'utilité et la fiabilité de ces sources de données dans le cadre d'une étude.

Ces études ont montré que l'analyse de contenu (*narrative analysis*) des rapports permet un examen plus approfondi des circonstances spécifiques de chaque événement (Stout and Jenkins, 1995 : 24-2 – 24-3; Sorock *et al.*, 1997 : 117-118; Bulzacchelli *et al.*, 2008 : 729). Ce genre d'analyse fournit une information détaillée qui n'est pas disponible au moyen de champs codifiés (Bulzacchelli *et al.*, 2008; p. 729). Par exemple, la recherche par mots clés ou au moyen de la lecture (*manual revision*) contribue à l'identification de risques spécifiques et de cas de blessures ne pouvant être repérés dans les données déjà codées. La description qui est faite d'un accident peut aider à les classer selon les tâches et à identifier celles qui sont les plus à risques. Ce type d'analyse offre la capacité de recoder l'information plus facilement que les données agrégées qui sont tributaires de codifications qui peuvent changer périodiquement (Sorock *et al.*, 1997 : 117-118) ou qui sont faites, par exemple, pour des fins administratives ou comptables. Utilisée dans un contexte de surveillance, elle

10 NTOF : *National Traumatic Occupational Fatalities* (É.U.)

peut venir compléter d'autres sources de données telles les bases de données lésionnelles, pouvant alors aider à identifier des problèmes spécifiques, contribuer à énoncer des hypothèses pour des recherches futures, mieux comprendre les causes d'accidents et donc contribuer à améliorer les approches en prévention (idem : 126-127; 117; Smith, 2001 : i4).

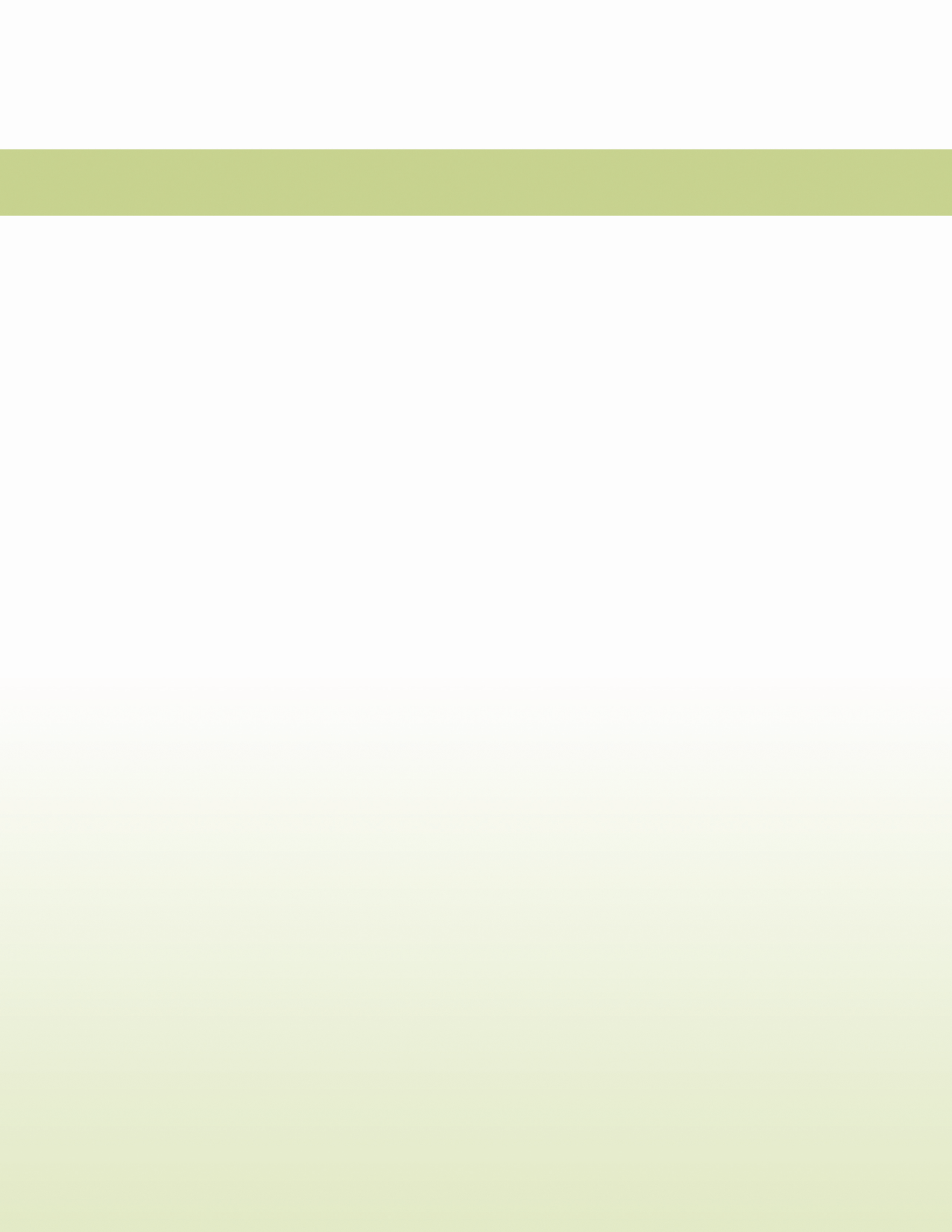
L'utilisation du matériel narratif (contenu) présente certaines limites. On évoque l'absence de lignes de conduite pour compléter le contenu des rapports occasionnant des écarts et des niveaux de détails variables entre les divers rapports produits. La nature de l'information recueillie est fortement influencée par le but de cette collecte (Sorock; 1997 : 118). Ces rapports sont produits par des personnes différentes, à différents moments lesquels peuvent disposer de moyens différents et ils sont écrits dans des styles variés (Sanmiquel, 2010 : 2).

À partir des constats de ces chercheurs, les auteurs de la présente étude ont émis l'hypothèse que les rapports d'accidents réalisés par les inspecteurs de la CSST pouvaient être une source d'information utile pour le sujet à l'étude puisqu'ils permettent un examen approfondi du fait accidentel et de ses causes.

3. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Cette étude s'intéresse au bruit comme facteur explicatif des accidents mortels en milieu de travail. Elle vise à décrire et mieux comprendre la place de ce facteur à travers une série de cas d'accidents ayant fait l'objet d'un rapport d'enquête par la Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST). Considérant que des études publiées proposent des modèles explicatifs précis et constatent la plausibilité de différents liens entre le bruit et les accidents de travail, comment cela se traduit-il dans les enquêtes pour accidents mortels survenus au Québec? La présente étude a voulu y répondre à travers les objectifs suivants :

1. Décrire les caractéristiques et les circonstances des accidents mortels en milieu de travail bruyant.
2. Déterminer le nombre de cas où les enquêtes ont considéré le facteur bruit comme cause possible de l'accident et l'ont retenu comme tel.
3. Déterminer la proportion des accidents mortels survenus en milieu de travail bruyant où le facteur bruit aurait pu être considéré.
4. Décrire les méthodes retenues et discuter de l'analyse du facteur bruit lorsqu'il est considéré comme cause possible dans les rapports d'enquête pour accidents mortels.
5. Déterminer l'utilisation possible du contenu des rapports d'enquête comme source de données à intégrer au plan de surveillance de santé publique pour les décès en milieu de travail.



4. MÉTHODE

4.1 *Population à l'étude*

Au Québec, de 1990 à 2005, 1 917 accidents ont coûté la vie à des travailleurs assurés par la CSST dans leurs fonctions (annexe I). Au cours de cette période, la CSST a mené au moins¹¹ 992 enquêtes par suite d'un accident de travail. De ces rapports d'enquête, seuls ceux ayant traité des événements mortels ont été retenus. Il est à noter que certains types d'accidents, notamment les accidents de la route¹², ne font pas l'objet d'une enquête de façon systématique par la CSST (Turcot, 2006).

Le choix de s'intéresser aux accidents mortels repose :

- a) sur un accès plus systématique à un rapport d'enquête lors des événements mortels;
- b) sur l'hypothèse d'une relative homogénéité de la définition d'un accident mortel (se conclut par la mort d'une personne);
- c) sur le fait que les décès reliés au bruit en milieu de travail font partie des éléments du tronc commun du PNSP.

Ainsi, la population à l'étude est l'ensemble des victimes d'accidents mortels survenus par le fait du travail pour lesquels un rapport d'enquête de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) a été produit, soit 788 rapports d'enquête entre 1990 et 2005.

4.2 *Source de données*

Le rapport d'enquête, tel que produit par la CSST, fournit les données de l'étude. Selon un responsable des rapports d'enquête au centre de documentation de la CSST, 99,9 % d'une version non nominative de tous les rapports d'enquête produits depuis 1990 sont inclus dans la base de données ISST (information en santé et sécurité du travail) dont les documents sont d'ailleurs accessibles au grand public par Internet. De plus, au moins 90 % des rapports accessibles au public de cette façon sont complets et intégraux, alors que pour moins de 10 % d'entre eux, des informations complémentaires non essentielles à la compréhension sont absentes, comme un plan d'usine (Communication personnelle, 8 novembre 2005). À la demande des auteurs, les rapports ont été fournis sur cédérom au cours du mois de novembre 2005 par le centre de documentation de la CSST, à partir des fichiers de la base de données ISST. Par la suite, pour les événements survenus pendant l'année 2005, les rapports ont été téléchargés directement du site Internet du centre de documentation de la CSST (<http://www.centredoc.csst.qc.ca>) pendant l'été 2006.

11. Le nombre de rapports d'enquête produits n'est pas déterminé pour 1992 et le nombre de rapports complétés dans une année peut varier selon les sources.

12. En se basant sur les données disponibles à la CSST pour les années 2000 et 2001, cette catégorie d'accidents représenterait environ le quart des accidents mortels (annexe I).

Un rapport peut représenter jusqu'à 13 fichiers électroniques de format *Portable Document Format* (PDF). L'équipe de santé au travail de la DSPE a vu au dénombrement, au classement et au listage des rapports d'enquête dans une base de données élaborée avec un tableur électronique. Une nouvelle numérotation a été appliquée pour chaque enquête afin de permettre un repérage efficace des fichiers se rapportant à une même enquête.

Utilisation des rapports d'enquête selon les objectifs de l'étude

Le rapport d'enquête est le fruit d'une analyse post-accident réalisée par au moins deux inspecteurs de la CSST formés à cette fin et qui utilisent une méthode standardisée visant à identifier les causes de l'accident mortel (voir annexe II). Un changement dans la méthode d'enquête de la CSST distingue les rapports produits avant et après 2000. Les événements survenus depuis 2000 ont été investigués au moyen de la méthode de « l'arbre des causes », laquelle permet de tracer la genèse de l'événement par un traitement plus systématique des faits recueillis. Pour cette raison, les rapports d'enquête ont été regroupés en deux blocs : un bloc principal, composé des événements survenus entre 2000 et 2005, et un bloc complémentaire, comprenant ceux survenus entre 1990 et 1999.

Le choix a été fait d'exploiter davantage les 284 rapports du bloc principal afin d'éviter un possible biais lié à la méthode d'enquête différente d'une période à l'autre, mais aussi afin de fonder les travaux sur les réalités plus récentes. Quant au bloc complémentaire (1990-1999), une consultation des 504 rapports assure un accès à des données additionnelles pour mieux documenter les objectifs 2, 4 et 5 de l'étude. Le tableau 1 résume l'usage des rapports selon le bloc de rapports et les objectifs de l'étude.

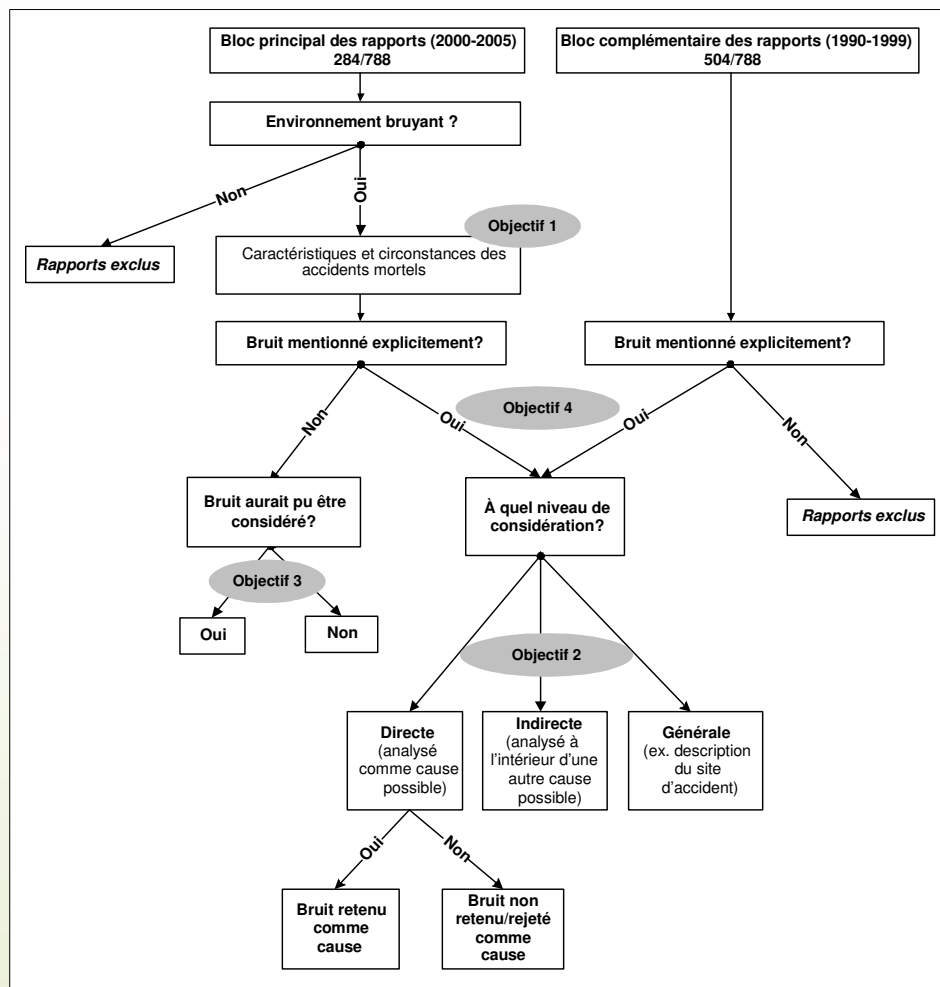
Tableau 1 : Utilisation des rapports d'enquête selon les objectifs de l'étude

Rapports d'enquête utilisés selon l'année	Caractéristiques et circonstances des accidents mortels en milieu bruyant	Le facteur bruit comme cause possible	Le facteur bruit aurait-il pu être considéré dans l'enquête?	L'analyse du facteur bruit (mesure, analyse des résultats, conclusion de l'enquête)	Le bruit et le plan de surveillance de santé publique pour les décès en milieu de travail
	Objectif 1	Objectif 2	Objectif 3	Objectif 4	Objectif 5
Bloc principal (2000-2005) 284 rapports	√	√	√	√	√
Bloc complémentaire (1990-1999) 504 rapports		√		√	√

4.3 Structure générale de l'étude

Le logigramme de la figure 4 donne une vue d'ensemble de la structure générale de l'analyse des rapports d'enquête dans le cadre de l'étude.

Figure 4 : Logigramme de l'étude du facteur bruit dans les enquêtes sur les accidents mortels au travail survenus au Québec entre 1990 et 2005¹³



13 L'objectif 5, impliquant un jugement global sur la source de données à partir des résultats de l'étude, n'est pas indiqué dans le logigramme.

4.3.1 Exploitation des données dans l'ensemble des deux blocs de rapports 1990-1999 et 2000-2005

4.3.1.1 Mention explicite du facteur bruit dans les enquêtes

Tel qu'illustré au logigramme précédent (Figure 4), l'étude vise à déterminer si le facteur bruit est mentionné explicitement dans le rapport d'enquête. Le facteur bruit peut être mentionné sous divers angles en impliquant des aspects liés à la perception des travailleurs exposés et au contexte dans lequel se déroule l'événement. L'étude vise à traduire la globalité du concept en regroupant trois composantes qui viennent de l'interaction entre l'environnement et la personne : bruit ambiant, signaux sonores et perte auditive. Le choix de ces composantes, constituant autant d'angles d'observation, s'appuie sur les études consultées et sur les travaux du groupe de chercheurs réunis pour l'étude.

Bruit ambiant : Somme des sources de bruit (ex. : outils, camions) et leur propagation dans le milieu de travail, incluant l'ensemble des caractéristiques acoustiques du bruit (ex. : niveau de pression sonore, spectre et durée). Dans un rapport d'enquête, tout terme référant au bruit présent dans l'environnement de travail constitue une mention du facteur bruit sous l'angle du bruit ambiant (ex. : « bruit environnant », « décibels »).

Signaux sonores : « Sons protecteurs » émis par tout avertisseur sonore et autres indices acoustiques (ex. : cris d'un collègue) devant se différencier du bruit ambiant pour être entendus et reconnus par une personne dont la sécurité peut être compromise. Théoriquement, les signaux sonores se différencient du bruit ambiant par leur niveau et leurs caractéristiques temporelles et fréquentielles (ex. : son pulsé vs continu). Dans un rapport d'enquête, les termes « klaxon de marche arrière » et « alarme de recul » sont des exemples de mention du facteur bruit classés sous l'angle des signaux sonores.

Statut auditif : Incapacité auditive ou port d'équipement de protection individuelle (serre-tête antibruit (coquilles), bouchons d'oreilles, etc.¹⁴) pouvant restreindre la capacité du travailleur à entendre, reconnaître ou localiser un signal sonore. Dans un rapport d'enquête, ce concept inclut les termes « surdité », « bouchons aux oreilles », et autres variantes pertinentes.

14. Fortier, P. Mise à jour sur les équipements de protection auditive. Institut national de santé publique du Québec, Québec, décembre 2005, 231 p. + annexes.

4.3.1.2 Niveau de considération du facteur bruit dans l'enquête, lorsque mentionné explicitement (Objectif 2)

Les travaux réalisés en cours d'étude ont conduit à regrouper les mentions explicites du facteur bruit dans les rapports d'enquête selon trois niveaux de considération : générale, indirecte ou directe. Le classement des rapports d'enquête selon ces trois niveaux est étroitement lié à la section du rapport dans laquelle une mention du facteur bruit est identifiée.

Considération générale : Le facteur bruit est uniquement nommé comme élément descriptif, par exemple lors de la présentation des lieux de travail. Ce type de mention se retrouve principalement dans les sections « Organisation du travail » ou « Description de l'activité impliquée » du rapport d'enquête.

Considération indirecte : Le facteur bruit fait partie de l'analyse d'une cause possible (hypothèse) sans en être l'objet principal. Par exemple, dans la section « Accident : faits et analyses » d'un rapport, l'énoncé d'une cause peut être « Information insuffisante aux travailleurs sur les risques liés à leur travail ». Dans l'analyse de cette hypothèse, l'inspecteur note que « [...], il est plausible de penser que le conducteur prend pour acquis que le bruit émis entre autres par l'avertisseur de marche arrière est suffisant pour que les piétons présents aux alentours puissent réagir ».

Considération directe : Le facteur bruit est une cause possible (hypothèse) sous enquête et fait l'objet d'une analyse formelle par l'inspecteur dans les sections « Accident : faits et analyses » et « Conclusion » d'un rapport. En effet, les inspecteurs articulent leurs enquêtes autour des causes possibles formulées au départ (d'où le libellé de « considération directe ») en vue de déterminer si chacune de celles-ci peut être retenue comme une cause effective de l'accident. Dans cette éventualité, l'enquête attribue donc au facteur concerné la survenue de l'accident, malgré que plus d'une cause soient en général retenues au terme d'une même enquête.

4.3.1.3 Analyse du facteur bruit dans les rapports d'enquête (Objectif 4)

L'objectif 4 vise à discuter la façon dont le facteur bruit est analysé dans l'enquête lorsqu'il est mentionné explicitement par les inspecteurs. Il s'agit d'apprécier la pertinence de la mesure choisie, la rigueur de la méthode de mesure, de l'analyse réalisée en lien avec le fait accidentel et les conclusions de l'enquête.

Cette partie de l'étude est réalisée à partir des rapports d'enquête qui mentionnent explicitement le facteur bruit (voir aussi section 5.2.1). Trois rencontres du groupe de chercheurs ont été mises à profit pour effectuer cette partie de l'étude. L'expertise appropriée en acoustique et psychoacoustique de quatre chercheurs a été mise à

profit en lien avec ce volet¹⁵. Ainsi, préalablement à chacune des rencontres, des rapports étaient acheminés à quatre des auteurs considérés comme experts du domaine (trois audiologistes, un ingénieur en acoustique), un même rapport étant transmis à au moins deux de ces quatre experts. Dans un premier temps, chacun a pris individuellement connaissance du contenu des rapports ciblés et a porté un jugement. Par la suite, lors des rencontres de l'ensemble des auteurs, ceux-ci ont donné leur avis sur le contenu des rapports et ont échangé ensemble en vue d'émettre une opinion consensuelle sur les questions à l'étude :

- Les mesures de bruit choisies sont-elles appropriées considérant le contexte de l'événement?
- L'analyse du facteur bruit est-elle appropriée par rapport au fait accidentel?
- Les conclusions de l'enquête sont-elles appropriées compte tenu de l'information disponible?

Considérant les limites de l'information disponible dans les rapports d'enquête, une approche par consensus a été privilégiée. En effet, à défaut d'avoir accès à l'ensemble des éléments idéalement requis pour se positionner, plusieurs questions liées aux faits accidentels ont émergé des discussions :

- Quelle était la position exacte de l'accidenté par rapport à la source de bruit?
- À quel niveau sonore l'accidenté était-il réellement exposé au moment de l'accident?
- Aurait-il eu suffisamment de temps pour réagir et éviter d'être frappé, s'il avait perçu le signal avertisseur?
- Quel était son champ de vision?
- Etc.

Ces limites dans l'information disponible ont restreint la possibilité de porter un jugement éclairé à partir d'une échelle discriminante objectivable. En conséquence, aucun calcul du degré d'accord entre les experts consultés n'a été possible, bien que cette possibilité ait été explorée en début d'étude. Malgré tout, les chercheurs ont fait consensus sur chaque rapport individuel à travers leurs observations et leurs réflexions sur les questions à l'étude. Le jugement par consensus des chercheurs fait donc foi de la réponse à l'objectif 4. L'essentiel de leurs propos a été noté par deux participants aux rencontres, puis traité par le premier auteur.

4.3.2 Exploitation des données dans le bloc de rapports 2000-2005

4.3.2.1 Milieux bruyants

Les rapports d'enquête du bloc principal sont triés selon le lieu de survenue de l'accident mortel afin de distinguer les milieux bruyants des autres. Le classement effectué est non restrictif considérant que, selon les

15. Deux des rapports retenus avaient impliqué l'expertise d'un membre du groupe de chercheurs au moment de l'enquête de la CSST, à titre de consultant externe. Ces deux rapports ont été analysés par les autres chercheurs.

auteurs, une interférence liée au facteur bruit peut survenir à différents niveaux sonores. Lors de l'analyse du rapport d'enquête, un milieu est classé bruyant si le texte du rapport révèle qu'au moins une source de bruit était en fonction dans l'environnement immédiat du travailleur lors de l'accident, et ce, indépendamment du niveau sonore (ex. : « des camions circulaient sur le chantier où l'accident s'est produit »). Un milieu est classé non bruyant si aucune source potentielle de bruit n'est confirmée (ex. : « le moteur du camion n'était pas en fonction »). Ceci constitue donc une inférence de la part des auteurs.

Théoriquement, il aurait été pertinent de déterminer un niveau sonore à partir duquel le bruit ambiant peut avoir des effets sur la sécurité. Or, ce niveau sécuritaire au regard du risque d'accident mortel n'a pas encore été déterminé par la communauté scientifique ou par le législateur. De plus, après la lecture d'un échantillon d'une dizaine de rapports, l'information disponible dans les rapports d'enquête de la CSST s'est avérée insuffisante pour tenter de catégoriser par niveau de bruit dans le milieu de travail lors du fait accidentel. Le secteur d'activité économique a été envisagé pour discriminer les milieux plus à risque (Girard *et al.*, 2003). Toutefois, le bruit en milieu de travail demeure un problème très répandu, couvrant une large étendue de secteurs industriels et d'occupations (*European Agency for Safety and Health at Work*, 2005). Une lecture du fait accidentel et une classification dichotomique, selon les modalités décrites ci-haut, ont donc été privilégiées.

4.3.2.2 Caractéristiques et circonstances des accidents mortels survenus en milieu bruyant entre 2000 et 2005 (Objectif 1)

L'étude vise à mieux connaître les caractéristiques des milieux de travail bruyants et les circonstances des accidents mortels qui y sont survenus :

- Quelle est la fréquence des accidents mortels en milieu bruyant?
- De quel genre d'accident s'agit-il?
- Quelles sont les caractéristiques de l'accidenté?

Les variables explorées sont celles de la grille de collecte aux sections « administratif », « organisation », « événement », « sources de bruit », et « accidenté » de l'annexe III.

4.3.2.3 Facteur bruit comme élément qui aurait pu être considéré dans l'enquête (Objectif 3)

L'objectif 3 vise à estimer le nombre de rapports pour lesquels le facteur bruit aurait pu être considéré lors des enquêtes. Pour ce faire, les auteurs se sont intéressés aux rapports du bloc principal (2000-2005) où le facteur bruit n'est pas mentionné explicitement par les inspecteurs malgré que l'événement soit survenu en milieu bruyant.

Il a été jugé que la pertinence de considérer le facteur bruit dans un fait accidentel dépend de nombreux paramètres pouvant varier d'une situation à l'autre. L'impact du facteur bruit peut notamment être lié à la configuration des lieux, à la position exacte du travailleur par rapport au danger ou aux signaux avertisseurs, à son champ de vision, au temps de réaction ou à sa disposition à partir du moment où il est averti du danger. En outre, les accidents en milieu de travail s'inscrivent dans un contexte de sécurité très large où le facteur bruit n'est pas toujours présent. Par exemple, le facteur bruit n'a pas lieu d'être considéré lorsque le fait accidentel se déroule dans un milieu non bruyant ou encore lorsqu'aucun indice acoustique n'aurait permis d'éviter l'accident.

Par ailleurs, le rapport d'enquête écrit qui est la source de données de cette étude donne un accès possiblement limité aux circonstances de l'événement et à la « considération réelle » du facteur bruit par l'inspecteur au cours de l'enquête. Par exemple, un inspecteur pourrait avoir été préoccupé en cours d'enquête par l'environnement sonore du milieu de travail au moment de l'accident, sans en traiter dans son rapport, parce qu'il a jugé que cet élément constituait un « fait accessoire » dans les premières étapes de l'enquête (voir annexe II).

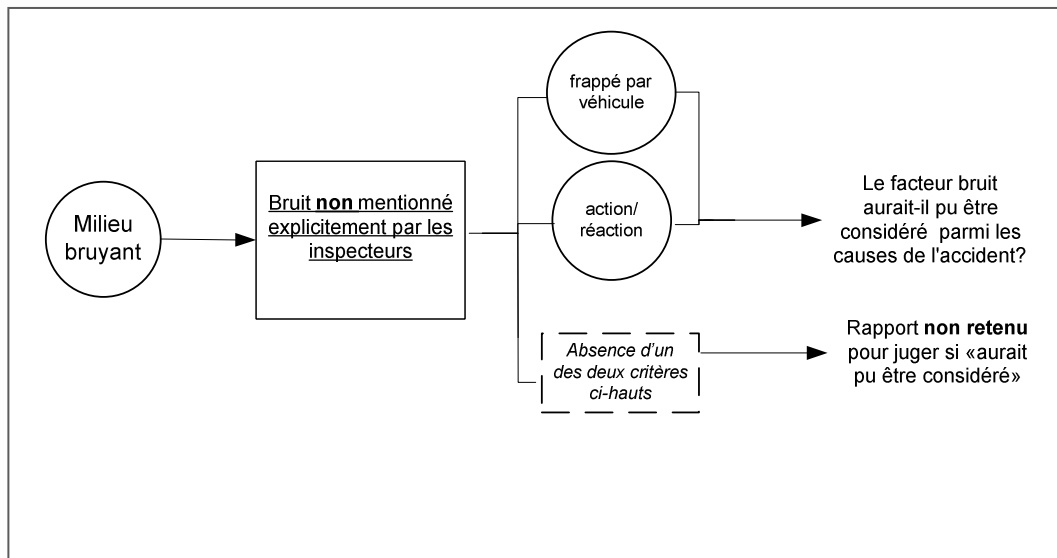
Dans ce contexte, des critères relativement sévères ont été choisis afin de déterminer de façon conservatrice si le facteur bruit « aurait pu » être considéré dans une enquête, selon le jugement des auteurs. Ces derniers ont choisi ces critères à la suite d'une discussion, sur le contenu d'une dizaine de rapports d'enquête, ne faisant pas une mention explicite du bruit.

Ainsi, un critère général, soit l'événement survenant dans un milieu bruyant, et un des deux critères spécifiques (voir logigramme de la figure 5) sont retenus pour estimer le nombre de dossiers pour lesquels le facteur bruit aurait pu être considéré dans une enquête. Ces critères visent avant tout à déterminer si le facteur bruit aurait pu constituer un élément d'enquête, traité parmi les causes (soit l'équivalent d'une considération « directe » ou « indirecte » selon la classification présentée aux fins de l'objectif 2). L'exercice ne vise toutefois pas et ne permet pas de déterminer si le bruit a réellement joué un rôle dans le fait accidentel.

Donc, aux fins de cette analyse, l'accident mortel doit nécessairement être survenu dans un milieu bruyant. Uniquement les rapports d'enquête dans lesquels il est possible d'identifier des sources de bruit dans l'environnement de travail de la victime sont donc considérés, tels que décrits à la section « Milieux bruyants ». Le tri des milieux de travail selon la présence ou non de bruit fait foi de la réponse à ce premier critère.

Quant à l'autre critère utilisé, il est basé sur le genre d'accident. Deux genres ont été considérés : soit la victime a été frappée par un véhicule ou encore, elle posait une action ou elle a eu une réaction au moment de l'événement.

Figure 5 : Logigramme des critères retenus pour analyser si le facteur bruit aurait pu être considéré dans l'enquête (Objectif 3)



Ainsi, les accidents impliquant un véhicule en mouvement (« Frappé par un véhicule ») interpellent de façon particulière le facteur bruit. La non-perception de signaux sonores avertisseurs de danger, comme les alarmes de recul de camions lourds, peut être à l'origine d'accidents graves chez les travailleurs (Damongeot, 1995; Héту et Quoc, 1994; Laroche, Héту et L'Espérance, 1991). Des études montrent que la circulation de machines mobiles, comme un chariot-élévateur, est à l'origine d'accidents graves (Fernandez, 1995; Héту, 1995; Wilcox, 1994). Les auteurs ont donc déterminé que dans un milieu bruyant, le fait qu'un travailleur soit frappé par un véhicule en mouvement devrait *de facto* éveiller une préoccupation à l'égard du bruit à titre de facteur explicatif potentiel.

Puis, pour le genre d'accident de type « Action/Réaction », ce critère réfère aux événements au cours desquels un travailleur a pu réagir ou sursauter à la suite d'un bruit inattendu, provoquant une manœuvre dangereuse, puis l'accident (ex. : bruit impulsif d'une explosion). Par contre, aucun fait accidentel du genre « Action/Réaction » n'a été relevé dans les rapports d'enquête analysés. Les résultats seront donc présentés seulement pour le genre « Frappé par un véhicule ».

4.3.3 Facteur bruit et le plan de surveillance de santé publique (Objectif 5)

La consultation des rapports d'enquête vise enfin à déterminer l'utilisation possible du contenu des rapports comme source de données à intégrer au plan de surveillance de santé publique pour les décès en milieu de travail et, le cas échéant, identifier les variables sur le bruit qui pourraient être utilisées. La réponse à ce questionnement consiste en une analyse faite sur l'ensemble des rapports dans le cadre de l'étude et un commentaire alimenté par les observations qui sera présenté dans la partie « Recommandations ».

4.4 Traitement de l'information

La collecte de l'information dans les rapports d'enquête a été réalisée au moyen d'une grille informatisée conçue spécialement pour l'étude (logiciel *MS Access*, annexe III). Deux agents de recherche de la DSPE de Chaudière-Appalaches ont procédé à la lecture de chacun des rapports d'enquête pour permettre la collecte des variables descriptives¹⁶ des rapports du bloc principal (2000-2005) (Belzile *et al.*, 2005). L'uniformité du contenu saisi par les deux agents de recherche était favorisée par la standardisation du contenu des rapports d'enquête de la CSST datant de 2000 et plus. Les variables portant strictement sur le bruit mentionné explicitement (ex. : niveau et angle de considération), ainsi que l'information sur les rapports du bloc complémentaire (1990-1999), ont, quant à elles, toutes été recueillies par le premier auteur de l'étude. Au terme de la collecte, l'information compilée a été exportée, puis traitée dans le logiciel *MS Excel* pour les variables qualitatives et le logiciel *SPSS*¹⁷ pour les variables quantitatives.

Les résultats sont rapportés sous forme de fréquences et de proportions, d'analyses de contenu et de commentaires issus du jugement des auteurs quant au contenu des rapports d'enquête.

Les variables « fait accidentel » et « genre d'accident » de la grille de collecte d'information (annexe III) ont fait l'objet d'un traitement post-collecte qui a conduit à redéfinir cinq genres d'accident, inspirées d'études publiées, dont Girard *et al.* (2003), à savoir :

- **Frappé par un véhicule** : Tous les types de situation où un véhicule en mouvement est impliqué directement dans l'accident (ex. : un individu est heurté par un véhicule en circulant sur un chantier).
- **Frappé/écrasé par un objet** : Tous les types de situation où un objet, autre qu'un véhicule en mouvement, heurte le travailleur (ex. : un matériau frappe un travailleur après avoir été éjecté d'une machine).
- **Coïncé/entraîné** : Le travailleur est happé par l'engrenage d'une machine ou est coïncé dans un mécanisme automatisé.
- **Chute d'un niveau à un autre** : Le travailleur chute d'une structure supérieure à un niveau inférieur (ex. : d'un toit sur lequel il travaillait).

16. Ce sont toutes les variables des sections « administratif », « organisation », « événement », « sources de bruit », « accidenté », « enquête », de la grille de collecte, annexe III.

17. *Statistical Package for Social Sciences*. SPSS for Windows, release 11.5.0.

- **Autres** : Se réfère à diverses situations, telles que noyade et électrocution.

Ainsi, dans la suite du rapport, toute référence à la variable « genre d'accident » est basée sur cette nomenclature.

Pour le genre d'accident « frappé par un véhicule », deux variables ont été ajoutées à la suite d'une lecture des faits accidentels : « conducteur du véhicule » (accidenté/autrui) et « position du travailleur » (de face/par derrière).

Certaines variables prévues à la grille de collecte n'ont pas été documentées, dont plusieurs sur les caractéristiques propres aux travailleurs. L'information recherchée était le plus souvent absente ou imprécise, notamment parce que les auteurs ont dû utiliser la version non nominative des rapports. Dans cette version, le contenu de l'annexe portant sur « l'accidenté », où se trouve une bonne part de l'information recherchée notamment sur la victime (sexe, âge, années d'expérience), est effacée de la version du rapport à laquelle les auteurs avaient accès. Quelques estimations sont malgré tout présentées dans la section résultats.

4.5 Recherche documentaire

Pour les modèles théoriques et les données empiriques basées sur des études épidémiologiques sur le bruit et les accidents de travail, la recherche documentaire a d'abord été effectuée sur « MedLine » à partir des deux séries de mots clés suivantes :

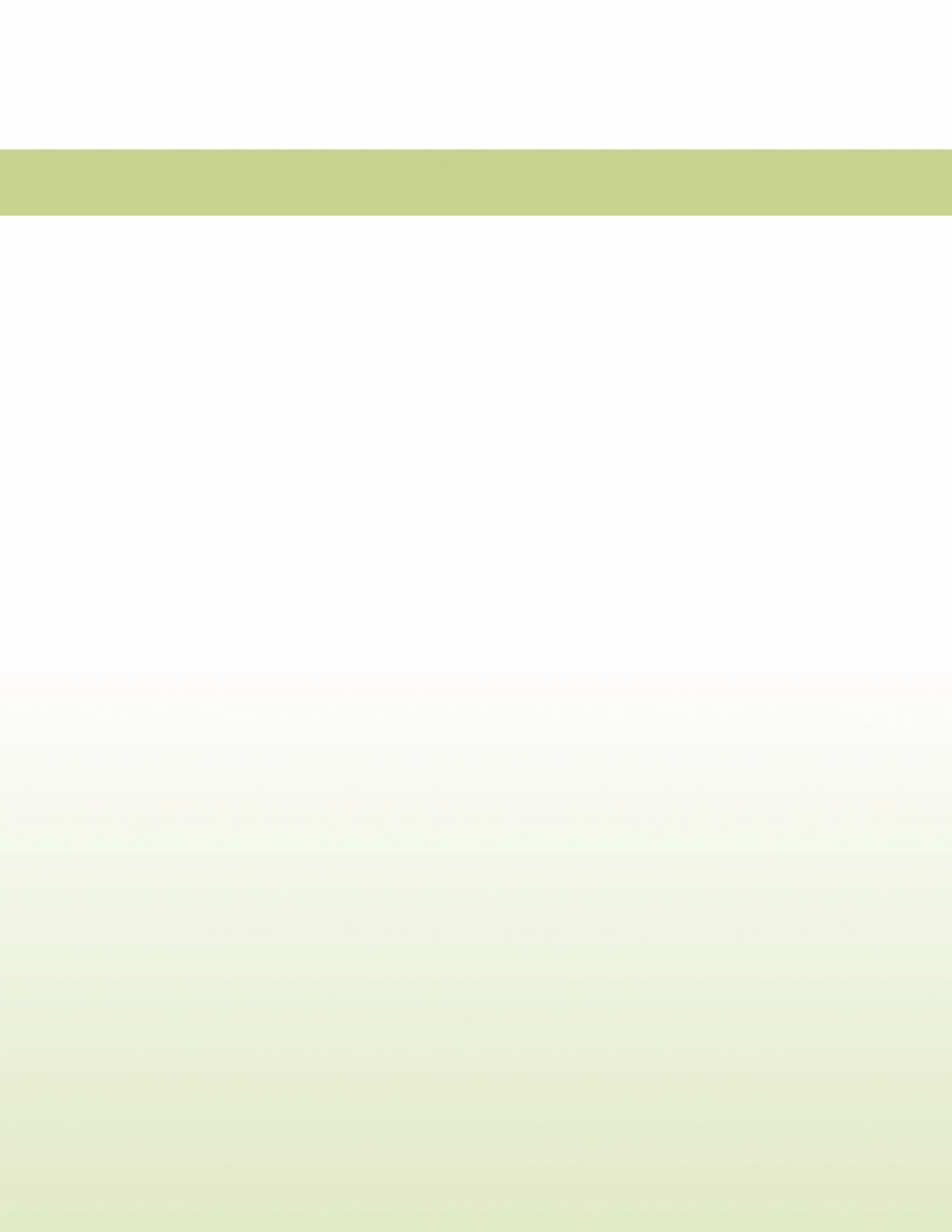
- *Noise occupational accident;*
- *Noise work accident analysis.*

Celle-ci a été complétée par des documents et des articles recensés par des membres de l'équipe de recherche au fil des années.

Quant aux études basées sur des données narratives, celles-ci ont été recensées à partir de la base documentaire « MedLine » au moyen des deux séries de mots clés suivantes :

- *Report inquiry workers fatal accident;*
- *Report investigation workers fatal accident.*

Ces mots clés ont aussi permis de repérer des textes portant sur la surveillance et l'approche de santé publique face à la prévention des blessures.

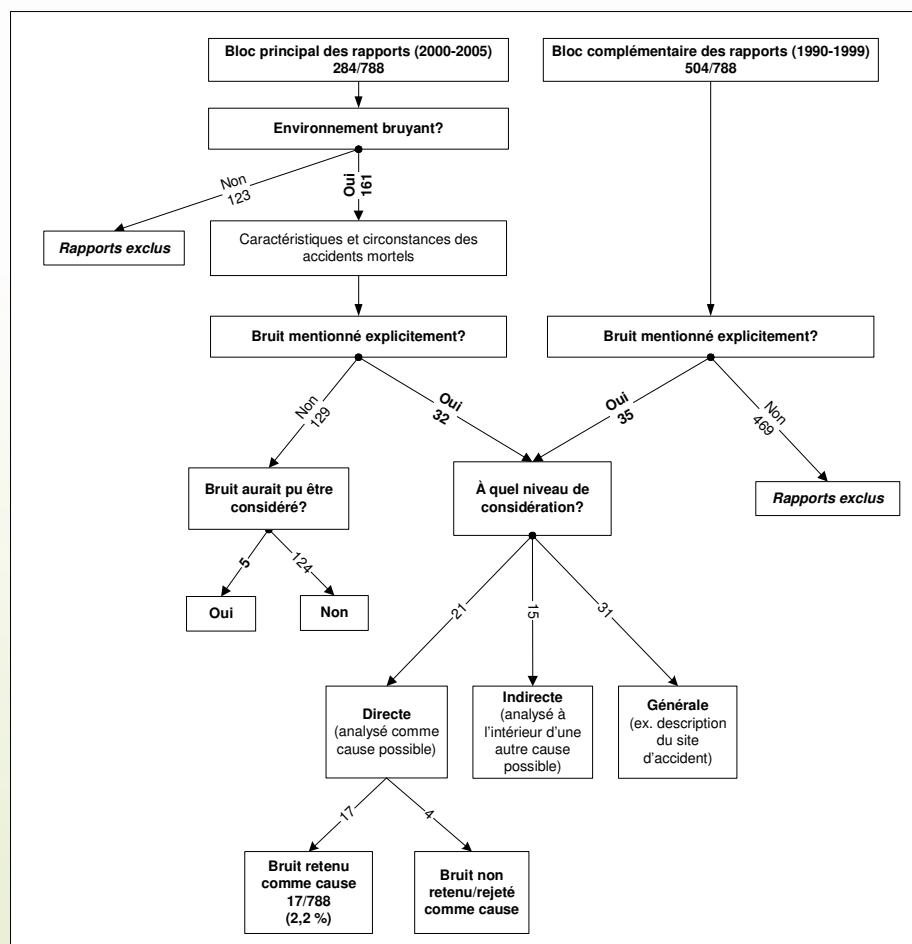


5. RÉSULTATS

5.1 Considération du facteur bruit dans les rapports d'enquête

Dans le logigramme de la figure 6, la structure générale de l'étude est utilisée pour présenter, selon les périodes déterminées par les auteurs, les résultats : les caractéristiques et circonstances des accidents mortels survenus en milieu bruyant, la considération du facteur bruit lorsque mentionné explicitement dans les enquêtes et le facteur bruit comme élément qui aurait pu être considéré dans les enquêtes d'accidents survenus en milieu bruyant. Les statistiques et les contenus qualitatifs se trouvent aux annexes IV et suivantes.

Figure 6 : Logigramme du résumé des résultats de l'étude du facteur bruit dans les enquêtes sur les accidents mortels au travail survenus au Québec entre 1990 et 2005 (N = 788)



Pour la période 1990-2005, le facteur bruit est retenu comme une cause dans 17 accidents mortels, soit 2 % des 788 rapports d'enquête traités dans cette étude. Les inspecteurs mentionnent le bruit de façon explicite

dans 67 rapports (8,5 %). Ils le mentionnent proportionnellement plus souvent entre 2000 et 2005, soit 11,3 %, comparativement à 6,9 % pour les enquêtes réalisées entre 1990 et 1999 (Tableau 2, Khi carré = $p = 0,04$).

5.2 Analyse du facteur bruit lorsque mentionné explicitement dans les enquêtes (Objectif 4)

5.2.1 Période 1990-2005

Le tableau 2 présente la répartition des rapports d'enquête où le bruit est mentionné explicitement selon la période et le niveau de considération.

Tableau 2 : Nombre et proportion de rapports selon le niveau de considération du facteur bruit mentionné explicitement dans les enquêtes, selon la période 1990-2005

	Niveau de considération			Total
	Directement (comme une cause possible)	Indirectement (dans une autre cause analysée)	De façon générale	
Bloc principal (2000-2005)	8 (7/8 retenues)	7	17	32/284 (11,3 %)
Bloc complémentaire (1990-1999)	13 (10/13 retenues)	8	14	35/504 (6,9 %)
TOTAL (1990-2005)	21 (17/21 retenues)	15	31	67/788 (8,5 %)

Sur la base d'une lecture des 67 rapports mentionnant le bruit explicitement, 28 des 32 rapports du bloc principal, ainsi que 22 des 35 rapports du bloc complémentaire ont été analysés en profondeur (50/67). La sélection de ces 50 rapports s'est faite au fil de la collecte, sur la base d'une recherche de diversité des faits accidentels et dans la considération du facteur bruit dans l'enquête, et ce, jusqu'à une saturation de l'information quant au traitement du facteur bruit dans les rapports. Par ailleurs, une analyse sommaire des 17 autres rapports suggère que l'information recueillie dans les 50 rapports analysés en profondeur est exhaustive des éléments d'intérêt pour l'étude dans l'ensemble des rapports ayant considéré le facteur bruit. Les résultats présentés ci-après portent donc sur ces 50 rapports.

Les observations et les commentaires des chercheurs viennent en réponse aux trois questions qui sous-tendent l'objectif 4 :

- Les mesures choisies sont-elles appropriées considérant le contexte de l'événement?
- L'analyse du facteur bruit est-elle appropriée par rapport au fait accidentel?
- Les conclusions de l'enquête sont-elles appropriées compte tenu de l'information disponible?

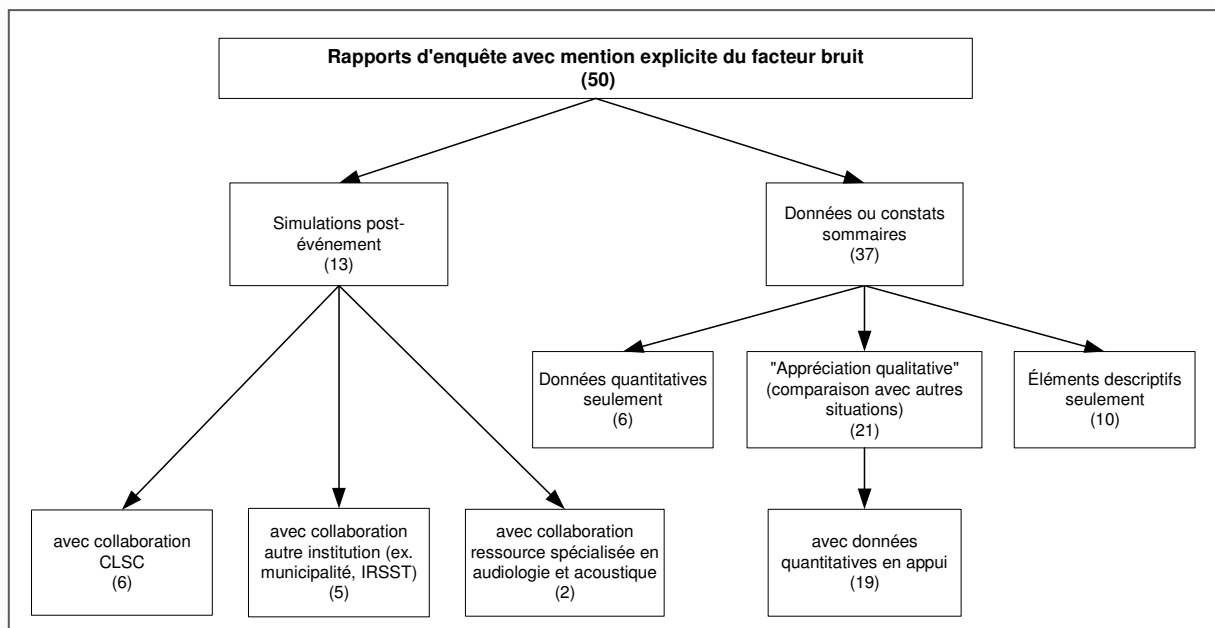
La réponse à ces questionnements est basée sur l'information écrite disponible dans les rapports d'enquête. Les auteurs n'avaient pas accès à l'ensemble des informations recueillies et discutées par les inspecteurs, mais seulement au résultat final qu'est le rapport écrit. L'accès à ces informations additionnelles sur le fait accidentel, sur la méthode de mesure ou d'analyse du facteur bruit, aurait pu apporter un éclairage différent et amener les auteurs à un jugement différent.

Concernant le « type de mesure » (voir logigramme de la figure 7), treize enquêtes (13/50) s'appuient sur des simulations post-événement du contexte sonore et de l'audibilité des signaux sonores avertisseurs de danger au moment de l'événement. Ces mesures ont été réalisées par, ou en collaboration avec, au moins une ressource externe à la CSST. Pour deux enquêtes, deux ressources externes ont été consultées. Les précisions quant à l'auteur de la mesure par simulation sont par contre absentes dans les copies de rapports qui sont accessibles.

Pour les autres enquêtes (37/50), le facteur bruit est plutôt documenté par des données ou des constats sommaires, sans références en appui (ex. : la source de la donnée est inconnue). En fait, les inspecteurs font le plus souvent une « appréciation qualitative »¹⁸ du facteur bruit (21/50) : sans mesures de bruit ambiant (19/21) comparé aux situations avec mesures (2/21). Dans six rapports, une donnée quantitative (ex. : « le niveau de bruit ambiant est de 80 dBA ») est disponible parmi les éléments descriptifs, sans que l'impact du facteur bruit sur l'événement ne soit commenté. Les autres enquêtes (10/50) ne contiennent, ni appréciation qualitative, ni donnée quantitative, mais uniquement des éléments descriptifs non interprétés par rapport au fait accidentel (ex. : « le klaxon du camion était fonctionnel »; « une sirène est activée »).

18. Par « appréciation qualitative », les auteurs signifient que l'inspecteur a « mesuré » la contribution du facteur bruit par rapport au fait accidentel à partir de ses observations des lieux de l'événement : « Compte tenu du bruit engendré par les convoyeurs, il devient très difficile de s'entendre. »; « La porte coulissante génère peu de bruit. ». Malgré que cette approche ne réfère pas à une mesure au même titre que, par exemple, une simulation du niveau sonore sur les lieux de l'événement, elle alimente directement l'appréciation du facteur bruit dans le fait accidentel, et constitue ainsi une « mesure » aux fins de la présente étude.

Figure 7 : Logigramme décrivant la « mesure » du facteur bruit dans les enquêtes d'accident (1990-2005)



La mesure et l'analyse du facteur bruit

Les données suivantes exposent l'essentiel des éléments retenus par les chercheurs pour l'appréciation du facteur bruit dans les enquêtes. Des exemples de situations et de commentaires formulés par les experts sont fournis à l'annexe X.

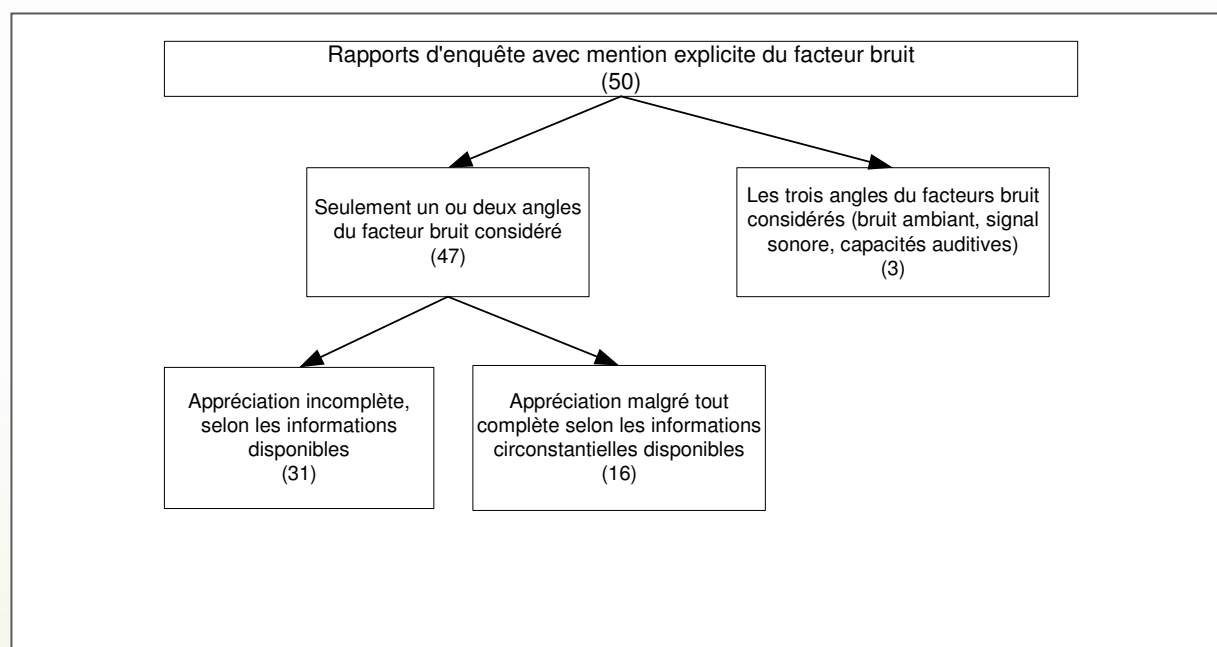
Sur le caractère complet de la mesure du facteur bruit

Seulement trois enquêtes (3/50) comportent une analyse du facteur bruit sous tous ses angles (bruit ambiant, signaux sonores, capacités auditives)¹⁹ (Figure 8). Les autres rapports (47/50) ne considèrent en moyenne que deux des trois angles du facteur bruit. Cependant, il n'est pas possible de conclure au caractère incomplet de ces enquêtes. En effet, il n'est pas nécessaire de considérer le facteur bruit sous tous ses angles dans tous les cas, notamment lorsque le temps de réaction disponible pour reconnaître un signal sonore et réagir adéquatement est clairement trop court (ex. : le travailleur avait au plus quelques secondes pour esquisser le véhicule), ou lorsque les signaux sonores ne pouvaient clairement pas être efficaces en raison de l'environnement sonore où est survenu l'accident (ex. : « niveaux de bruit peuvent atteindre plus de 100 dB(A) dans une zone étendue près du camion »). Dans pareilles situations, des mesures précises du rapport signal

19. Ces trois enquêtes réfèrent à des simulations réalisées sur les lieux de l'accident par une ressource externe.

sonore/bruit ambiant ou des capacités auditives de l'accidenté ne sont pas nécessaires pour déterminer l'impact du facteur bruit. Selon l'information disponible dans les rapports concernés, cette réalité paraît s'appliquer à 16 rapports d'enquête. Sur cette base, les auteurs estiment que 31 (31/50) enquêtes reposent sur une mesure trop incomplète du facteur bruit pour être en mesure d'en évaluer l'impact à partir de la seule lecture des rapports.

Figure 8 : Logigramme sur le caractère complet de la mesure du facteur bruit (1990-2005)



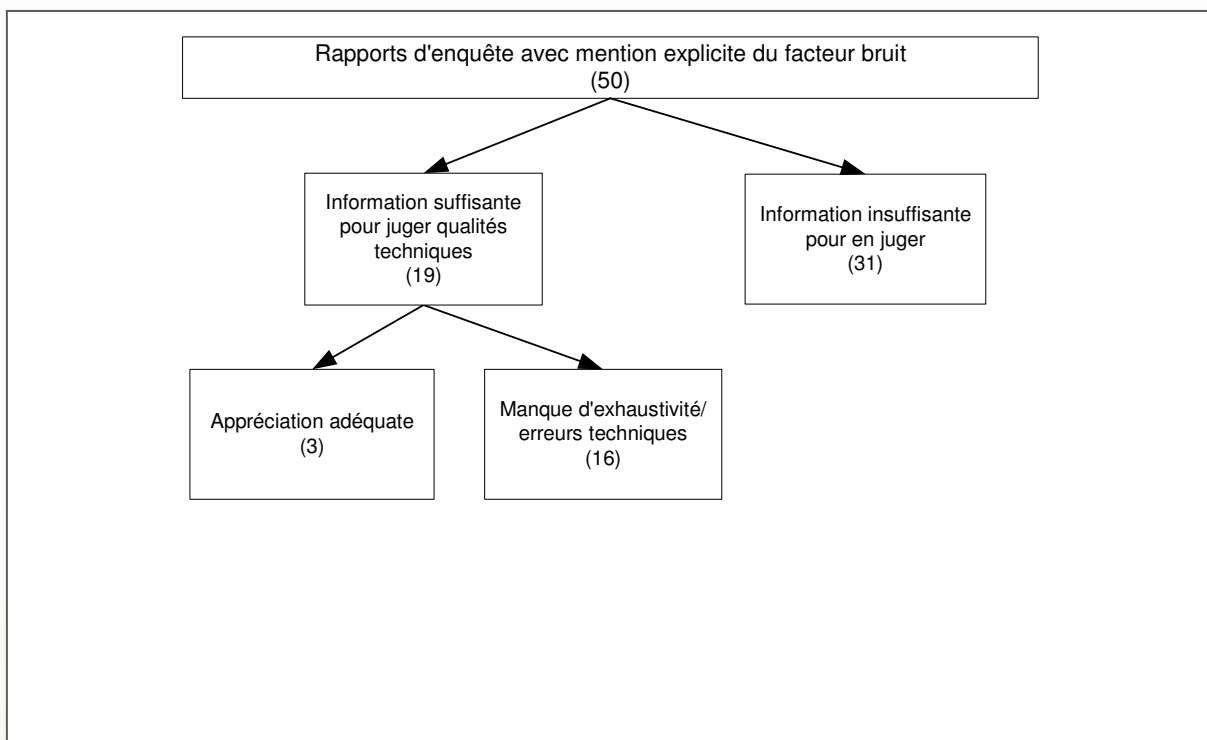
Sur les qualités techniques de l'appréciation du facteur bruit

19 rapports d'enquête (19/50) contiennent suffisamment de détails pour émettre un avis sur les qualités techniques de l'appréciation du facteur bruit alors que les 31 autres ne contiennent pas d'information suffisante pour pouvoir en juger (Figure 9). Parmi ces premiers, trois rapports (3/19)²⁰ montrent, selon les chercheurs, des qualités techniques (méthode et stratégie d'échantillonnage) adéquates pour apprécier le facteur bruit : la mesure y est bien documentée, et paraît avoir été réalisée selon les « règles de l'art ». Par exemple, l'appréciation par simulation réalisée a tenu compte de la position du travailleur par rapport au signal sonore ainsi que des contraintes possibles à l'efficacité du signal comme avertisseur (ex. : aménagement des lieux).

20. Il s'agit des trois enquêtes notées plus tôt et qui ont été réalisées en collaboration avec une ressource externe.

Cette mesure a permis d'évaluer la distance minimale à laquelle le signal devait être reconnu pour permettre une réaction d'évitement et ne pas être frappé par l'obstacle en mouvement.

Figure 9 : Logigramme sur les qualités techniques de l'appréciation du facteur bruit (1990-2005)



Pour les autres rapports (16/19), la qualité de la mesure présentée est par contre remise en question :

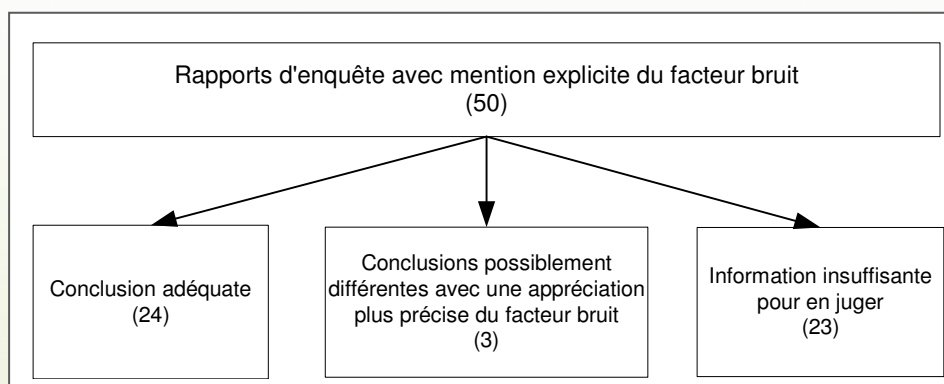
- Par (a) le manque d'exhaustivité (ex. : une mesure du bruit ambiant sans calcul d'un rapport signal/bruit, la considération du bruit du moteur d'un camion situé à proximité de l'accidenté sans égard aux autres sources potentielles de bruit, absence de mesure concernant l'avertisseur sonore);
- Ou (b) par des erreurs techniques (ex. : conditions ambiantes au moment de la mesure non comparables à celles prévalant au moment de l'accident, mesure non réalisée à la position précise du travailleur au moment de l'accident, non-considération de l'influence de l'environnement sur la propagation des ondes sonores, utilisation d'une norme qui ne s'applique pas aux mesures effectuées sur le terrain mais plutôt à celles en laboratoire).

Pour ces 16 situations, déterminer la contribution du facteur bruit dans le fait accidentel est limité par des questions sans réponse (ex. : Dans quelle mesure l'accidenté a-t-il pu reconnaître le signal sonore du véhicule et combien de temps avait-il pour réagir entre le moment où il a pu reconnaître le signal et l'impact?).

Sur les conclusions des enquêtes

Le processus d'enquête n'est pas nécessairement invalidé par les insuffisances observées dans la mesure et l'analyse du facteur bruit. Les conclusions de l'enquête sur la contribution du facteur bruit semblent le plus souvent justes, du moins pour les rapports où les auteurs ont pu en juger (24/27) (Figure 10). L'inspecteur fait une appréciation adéquate de la place du facteur bruit par rapport à l'ensemble des autres éléments de l'enquête, même si ses analyses ne reposent pas nécessairement sur une appréciation complète et précise du facteur bruit, telles que décrites dans le rapport. Par exemple, dans l'une des situations décrites, l'enquête ne considère pas les possibles effets de réverbération des signaux sonores dans un environnement de travail de type entrepôt. L'analyse du facteur bruit ne permet donc pas de connaître la probabilité de localiser adéquatement l'alarme de recul du véhicule impliqué. Or, le niveau de bruit ambiant et les circonstances de l'événement, telles qu'elles sont présentées dans le rapport, sont des informations suffisantes pour permettre aux inspecteurs de conclure sur la contribution du facteur bruit : réverbération ou non, les signaux sonores étaient noyés dans le bruit ambiant du lieu de travail.

Figure 10 : Logigramme sur les conclusions des rapports d'enquête (1990-2005)



Toutefois, avec l'information disponible, les experts auraient conclu différemment dans trois rapports d'enquête (3/50) au regard du bruit ambiant comme facteur explicatif (*cas 1, 2 et 3*). En effet, des mesures et des analyses plus précises auraient pu permettre d'établir un lien explicatif entre le bruit ambiant et le fait accidentel. Des effets de masquage par le bruit ambiant de signaux sonores déterminants pour la sécurité ont vraisemblablement pu nuire à la capacité de reconnaissance des travailleurs impliqués.

Cas 1 : Un travailleur emprunte un passage piétonnier qui traverse deux voies ferrées et est heurté par le wagon de tête d'un train. Le conducteur du train a freiné et a actionné le sifflet dont est doté le wagon lorsqu'il a aperçu l'individu. L'enquête conclut que l'approche du train était « perceptible sur les bases que la visibilité au moment de l'accident était d'environ 30 mètres en direction de l'arrivée du train », et qu'« une cloche a été actionnée à une distance d'au moins 350 mètres avant l'arrivée du train en gare. » Il ajoute que les dispositifs d'avertissements (cloche et feux de position) n'ont pas été suffisants pour alerter le travailleur de l'approche du train, sans aborder la situation sous l'angle du bruit ambiant.

Résumé des commentaires des experts : Il aurait été justifié de mesurer l'efficacité des avertisseurs sonores (cloche et sifflet) dans l'environnement sonore où est survenu l'accident, par exemple en vérifiant si dans les mêmes conditions que celles prévalant lors de l'événement, une personne ayant une audition « normale » aurait entendu le train à une distance sécuritaire pour se déplacer hors de portée. L'information obtenue par une analyse détaillée du bruit aurait d'ailleurs permis d'apprécier plus directement l'implication du facteur bruit dans la survenue de l'accident et, par la suite, de formuler des recommandations précises en termes de dispositifs d'avertissements sonores. Dans un tel cas, l'investigation du statut auditif aurait également été éclairante.

Cas 2 : Sur un chantier de construction d'un pont, deux équipes de travail procèdent à la préparation et à la mise en place de la surface lorsqu'un rouleau compacteur échappe à la maîtrise de son opérateur et écrase mortellement un contremaître situé à environ 11 mètres de la zone de travail du rouleau. Selon le rapport, l'opérateur du rouleau ne peut pas voir la victime qui est hors de son champ de vision, puisque derrière lui. Le travailleur écrasé ne peut pas voir le rouleau compacteur puisqu'il lui fait dos. Dans le rapport, il est mentionné que le niveau de bruit élevé a masqué le bruit du rouleau compacteur et de son alarme de recul, sans mesure précise en référence. Aucune mention de ces éléments liés au bruit ne se retrouve dans les causes analysées dans l'enquête.

Résumé des commentaires des experts : Même s'il s'agit d'un fait exceptionnel (perte de contrôle), des mesures et une analyse du facteur bruit aurait été justifiées. Si le bruit ambiant avait été moins intense, le travailleur aurait-il pu éviter le rouleau compacteur? Si le facteur bruit avait été analysé de manière plus formelle, parmi les causes possibles, l'enquête aurait possiblement conclu que le bruit ambiant a joué un rôle dans cet événement.

Cas 3 : Un opérateur de chargeur sur pneus est écrasé mortellement par son véhicule alors qu'il s'apprête à remorquer un camion embourbé. L'inspecteur a constaté dans son enquête que « le moteur du camion était en marche. Les deux travailleurs n'ont pu entendre le bruit du moteur du chargeur alors qu'il descendait la côte. ». Or le facteur bruit n'est considéré que de manière générale dans le rapport, il n'est pas traité à travers les causes sous enquête.

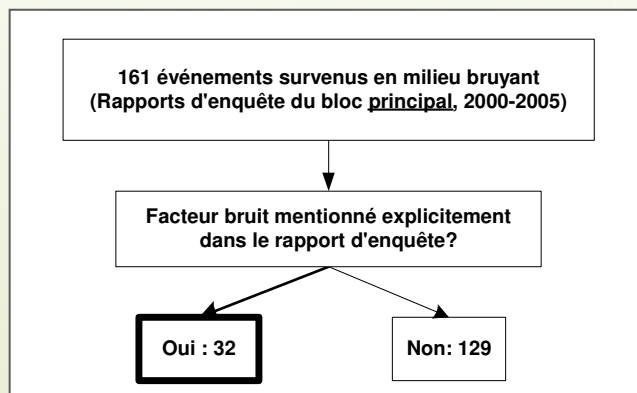
Résumé des commentaires des experts : La situation appelait à des mesures et analyses plus précises du facteur bruit. Quel était le temps de réaction de l'accidenté à l'endroit où il pouvait, le cas échéant, reconnaître le bruit du chargeur comme un signe de danger?

Les limites de l'information disponible dans les rapports d'enquête (mesures, position exacte de l'accidenté, temps de réaction disponible, effets de masquage des signaux sonores par le bruit ambiant, etc.) font en sorte que les auteurs n'ont pu apprécier les conclusions de l'enquête quant au facteur bruit pour plusieurs autres rapports (23/50). Il n'est donc pas possible d'estimer si les conclusions de ces enquêtes auraient pu être différentes par une mesure et une analyse plus explicite du facteur bruit.

5.2.2 Période 2000-2005 (bloc principal) (Objectif 2)

Parmi les 284 événements du bloc principal, 161 (56,7 %) sont survenus dans un milieu bruyant. Parmi ces événements survenus en milieu bruyant, 19,9 % (32/161) comportent une mention explicite du facteur bruit, soit 11,3 % des 284 rapports d'enquête traités pour la période 2000-2005 (Figure 11).

Figure 11 : Logigramme des accidents mortels survenus en milieu bruyant entre 2000 et 2005 selon la présence ou non d'une mention explicite du facteur bruit dans le rapport d'enquête



L'annexe VI fournit un aperçu des mentions explicites du facteur bruit telles qu'elles ont été extraites des rapports d'enquête. Ces 32 accidents mortels présentent les caractéristiques suivantes (voir l'annexe VII pour plus de détails) :

- Ces événements se répartissent dans différentes régions sociosanitaires, notamment la Montérégie (6/32), la Mauricie–Centre-du-Québec (5/32), Montréal (4/32), la Capitale-Nationale (4/32), la Chaudière-Appalaches (3/32) et le Bas-Saint-Laurent (3/32).
- Près de la moitié (14/32) de ces événements impliquent des établissements du premier groupe prioritaire tel qu'il est défini par la CSST, soit « Bâtiment et Travaux publics » (8/32), ou « Forêt et scieries » (6/32).
- Les accidentés sont autant des travailleurs expérimentés (plus de 20 ans d'expérience) qu'inexpérimentés (au plus quelques semaines d'expérience).
- Ils occupaient des emplois de nature variée : signaleur, travailleur agricole, conducteur de chariot élévateur ou autres.
- L'accident impliquait le plus souvent un véhicule en mouvement (18/32 « frappé par un véhicule »). Les autres événements sont le fait d'accidents de genre « frappé/écrasé par un objet » (7/32), « coincé/entraîné » (4/32), ou autre (3/32).
 - Les événements où le travailleur a été « frappé par un véhicule » se sont principalement produits sur un chantier (8/18) ou dans une aire de circulation, comme un entrepôt, un garage, une cour ou un stationnement (7/18).
 - Dans la plupart de ces accidents (17/18), le véhicule impliqué était conduit par une autre personne. L'accidenté a été frappé par derrière dans au moins le tiers de ces cas (6/17), les autres n'ayant pas pu être classés en fonction de cette variable.

Les 32 enquêtes contenant une mention explicite du facteur bruit ont été réalisées par 26 inspecteurs différents, provenant de douze régions administratives. Le plus grand nombre de rapports d'enquête réalisé par un même inspecteur s'élève à quatre. Aucune tendance n'a été observée en termes de mention du facteur bruit selon l'inspecteur et la région.

Angle de considération du facteur bruit

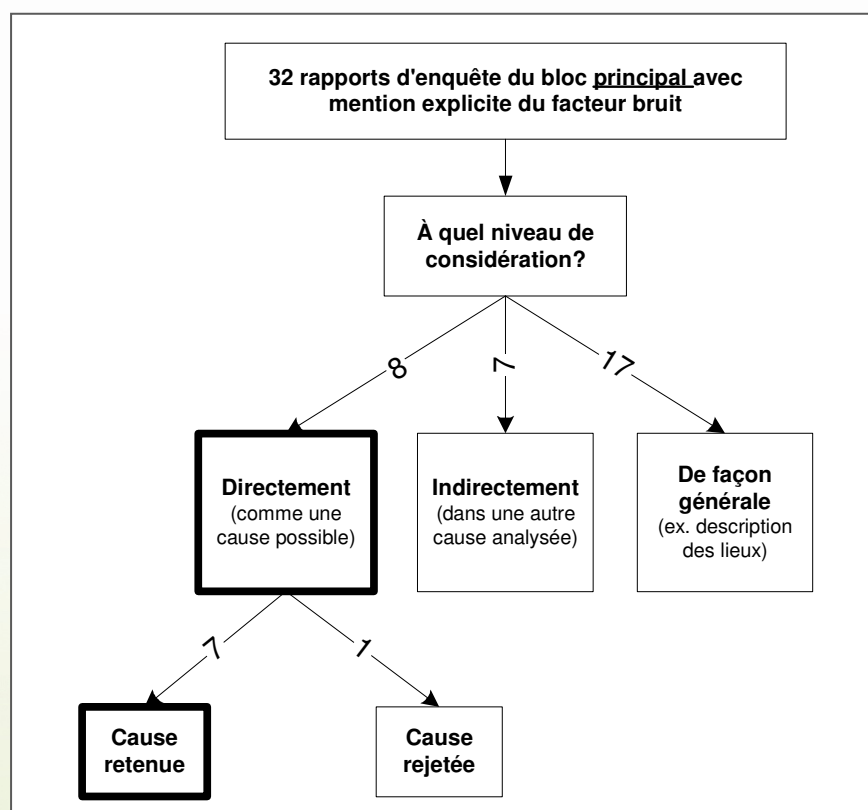
Le facteur bruit peut être mentionné sous plusieurs angles dans un rapport d'enquête. Ainsi, 25 mentions de « signaux sonores », seize du « bruit ambiant » et cinq de « perte auditive »²¹ ont été relevées parmi les 32 rapports. Au total, dix rapports (10) traitent à la fois des « signaux sonores » et du « bruit ambiant ».

21. Plus précisément, trois pour « capacité auditive » et deux pour « port de protecteurs auditifs individuels ».

Niveau de considération du facteur bruit

Dans 17 rapports, le facteur bruit est considéré de façon générale, par exemple par une simple mention du niveau sonore décrivant le milieu de travail (ex. : « *le niveau de bruit ambiant est de 90 dBA* ») (Figure 12). Il est considéré indirectement, c'est-à-dire à l'intérieur d'une hypothèse explicative étudiée pendant l'enquête, dans sept rapports²². Enfin, le facteur bruit est traité directement, comme une cause possible, dans huit rapports d'enquête.

Figure 12 : Logigramme du niveau de considération du facteur bruit dans le rapport d'enquête 2000-2005 et la conclusion de l'enquête



22. Exemple d'une hypothèse (énoncé causal) où le facteur bruit est considéré indirectement : « M. "A" est heurté par le chariot élévateur, tombe au sol pour ensuite être écrasé ». Dans l'analyse de cet énoncé causal, l'inspecteur note que : « l'alarme sonore de recul fonctionnait bien ».

La plupart (7/8) de ces énoncés de cause possible sont retenus comme cause effective de l'événement à la suite de l'enquête. Ainsi, le bruit est une cause retenue par les inspecteurs dans 4,3 % des 161 accidents mortels survenus en milieu bruyant **entre 2000 et 2005**, ou 2,5 % des 284 rapports d'enquête traités dans l'étude pour cette période. Trois cas (3/7) impliquent le secteur d'activité économique « Bâtiment et travaux publics », les autres étant « Transport et entreposage », « Industrie des aliments et boissons », « Commerce » et « Autres services commerciaux et personnels ».

Le verbatim des énoncés de cause retenus :

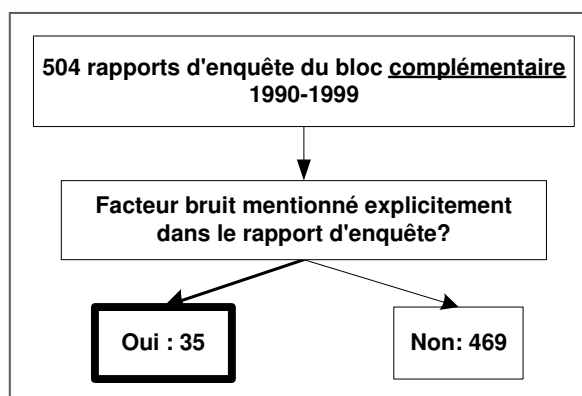
- « Le bruit et l'écran que fait la rame qui débute son déplacement en gare d'arrivée, empêchent M. "A" d'entendre la rame de métro qui démarre en quai de départ.
- Le mécanisme d'avertissement sonore du frein à main du chariot élévateur est non opérationnel.
- La sirène d'urgence n'est pas actionnée.
- Les dispositifs d'avertissement annonçant l'arrivée du train en gare n'alertent pas le travailleur.
- Les défauts de fonctionnement du klaxon automatique de marche arrière du camion à benne, de même que le bruit émis par la souffleuse, empêchent le signaleur d'entendre le camion reculer vers lui.
- Le klaxon de marche arrière est manuel.
- La distance à laquelle l'avertisseur de marche arrière peut solliciter l'attention du surintendant et du contremaître est insuffisante pour éviter l'impact avec le camion. »

5.2.3 Période 1990-1999 (bloc complémentaire) (Objectif 2)

Trente-cinq (35/504) rapports d'enquête du bloc complémentaire considèrent le facteur bruit selon au moins un des angles définis pour l'étude (Figure 13). Parmi eux, sept (7/35) se sont produits dans la région sociosanitaire de la Chaudière-Appalaches, cinq de l'Estrie (5/35), et autant (5/35) de Montréal. La plupart de ces événements (24/35) impliquent un véhicule en mouvement²³. Ces 35 événements sont survenus dans un milieu où le bruit a été mentionné explicitement par les inspecteurs.

23. La collecte d'information descriptive concernant les rapports d'enquête du bloc complémentaire s'est limitée à ces variables (voir l'annexe IX).

Figure 13 : Logigramme des accidents mortels survenus en milieu bruyant, entre 1990 et 1999, selon la présence ou non d'une mention explicite du facteur bruit dans le rapport d'enquête



Angle de considération du facteur bruit

Parmi ces 35 rapports, 29 mentions du « bruit ambiant », 26 de « signaux sonores », et huit de « perte auditive »²⁴ ont été relevées. Au total, 20 rapports traitent à la fois des « signaux sonores » et du « bruit ambiant ».

Niveau de considération du facteur bruit

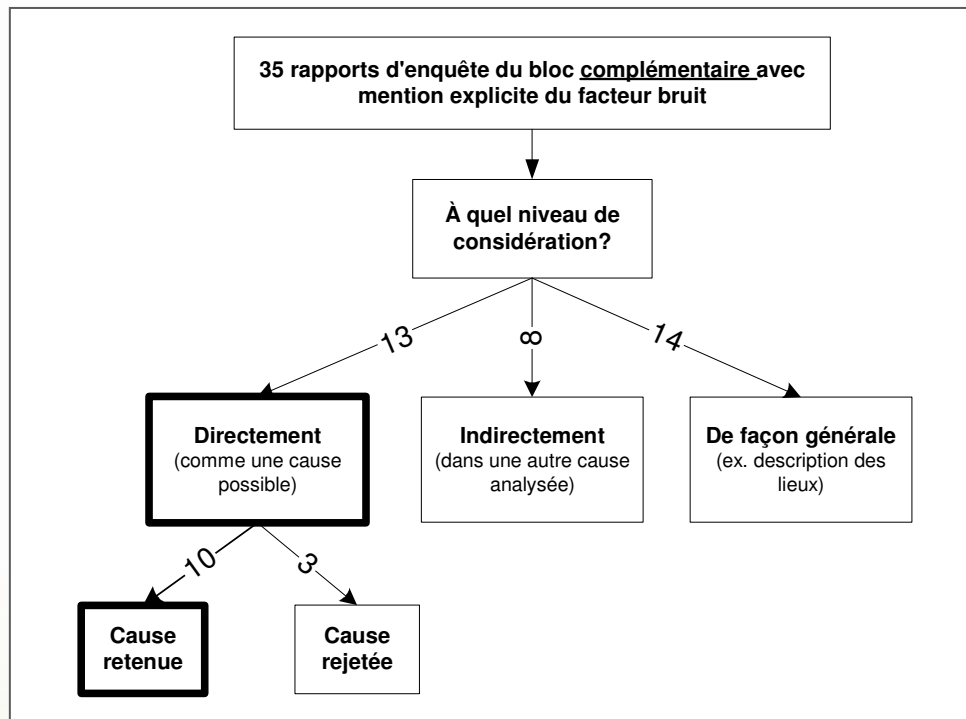
Le facteur bruit est considéré de façon générale, par exemple lors de la description du lieu de travail, dans quatorze rapports d'enquête du bloc complémentaire (Figure 14). Huit rapports considèrent le facteur bruit de façon indirecte, soit à l'intérieur d'une autre hypothèse explicative²⁵. Enfin, le facteur bruit est traité directement, comme une cause possible, dans treize rapports d'enquête.

Les énoncés de cause impliquant le facteur bruit sont en majorité (10/13) retenus au terme de l'enquête. Ainsi, le bruit est une cause dans 2 % des accidents mortels (10/504) survenus au Québec **entre 1990 et 1999**.

24. Plus précisément, deux pour « capacité auditive » et six pour « port de protecteurs auditifs individuels ».

25. Exemple d'une hypothèse (énoncé causal) où le facteur bruit est considéré indirectement : « la victime ne perçoit pas le chariot élévateur ». Dans l'analyse de cette cause, l'inspecteur aborde le fait que l'attention de la victime était dédiée à sa tâche, en mentionnant que le bruit environnant masquait celui du chariot élévateur.

Figure 14 : Logigramme du niveau de considération du facteur bruit dans le rapport d'enquête 1990-1999 et la conclusion de l'enquête



Le libellé complété avec certains verbatims des énoncés de cause retenus :

- Le chariot élévateur ne possède pas d'avertisseur : « Le conducteur du chariot élévateur, sans avertisseur, n'a donc pas pu prévenir le conducteur du camion pour éviter la collision entre les deux véhicules. Cette cause est retenue mais elle n'explique pas à elle seule la collision entre les deux véhicules. ». De plus, le camion ne possède pas de klaxon automatique pour la marche arrière : « Le conducteur du chariot élévateur n'a donc pas pu être prévenu par le klaxon automatique pour la marche arrière de la présence du camion pour éviter la collision entre les deux véhicules. Cette cause est retenue mais elle n'explique pas à elle seule la collision entre les deux véhicules. ».
- Bruit environnant : « La simulation réalisée [...] démontre que le bruit engendré par une chargeuse-navette ne permet pas de percevoir correctement le son émis par la barre de purgeage et, par conséquent, empêche la détection d'un bloc de roche instable. De plus, le bruit environnant peut empêcher d'entendre le craquement possible de la roche, avertissant le travailleur d'un danger imminent. ».
- « Le bruit causé par l'arrivée du train "X" a empêché les parcoureurs d'entendre le signal de départ sonore de départ du train "Y". »

- Bruit environnant : « [...] et le niveau de bruit de l'environnement masquant l'intensité du klaxon de recul sont les éléments qui ont causé l'accident ».
- Le non-fonctionnement du klaxon automatique de marche arrière.
- L'avertisseur sonore de marche arrière ne fonctionne pas lors du recul du camion.
- Effet de masquage des signaux sonores des alarmes de recul des camions : « une série de simulations effectués sur les lieux de l'accident [...] a confirmé que l'audibilité du signal sonore de l'alarme de recul du camion reculant était nulle ou quasi nulle [...] ».
- L'absence de l'entretien du klaxon automatique : « [...] la victime de l'accident n'a pas pu distinguer, à travers le bruit ambiant, le faible signal sonore [avertisseur sonore bouché et bruit ambiant plus élevé que celui émis par l'avertisseur] pouvant lui indiquer que le camion-citerne reculait vers lui. [...] Par ailleurs, nous sommes d'avis qu'un phénomène d'insensibilité aux bruits, dû au fait que tous les équipements utilisés sur un chantier sont équipés soit d'un klaxon automatique pour la marche arrière ou d'un avertisseur sonore, a pu contribuer à l'accident. ».
- Le bruit ambiant : « J'ai constaté que le bruit ambiant couvre le bruit des chariots élévateurs lorsque l'usine est en opération et que l'unité de chauffage, installée au-dessus de la rampe de chargement, fonctionne. [...] Il est donc possible que le bruit empêche le camionneur d'entendre l'arrivée du chariot élévateur. ».
- Les avertissements de danger non perçus par le travailleur : « Les bruits environnants ont fait en sorte que M. "A", qui portait des protecteurs auditifs, n'a pas capté les cris de M. "C", ni l'avertisseur sonore de la chargeuse actionné vigoureusement par M. "B". Ainsi, M. "A" n'avait pas connaissance de la situation de danger et n'a posé aucun geste pour l'éviter. ».

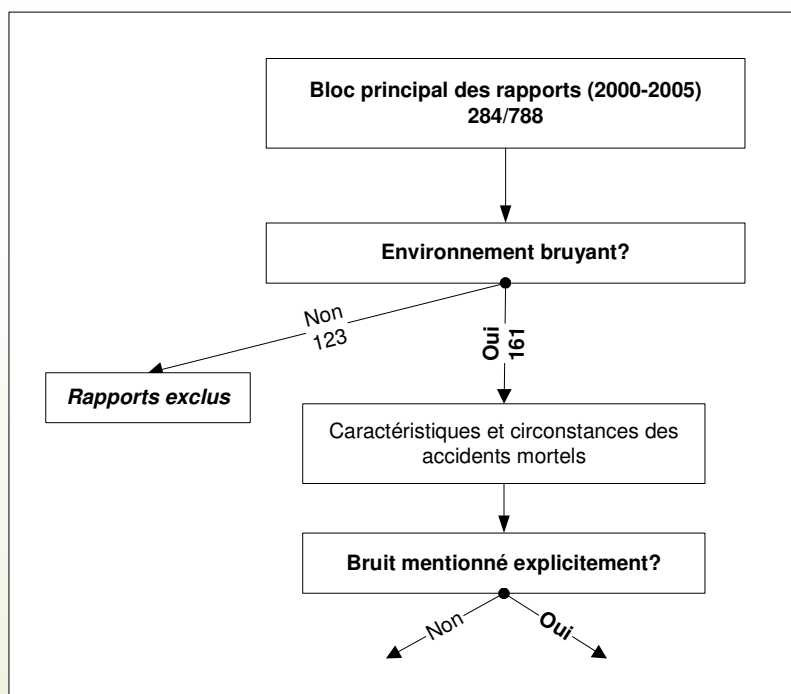
À noter que quatre rapports du bloc complémentaire comportent une remarque à l'effet que le facteur bruit aurait pu contribuer à l'accident, tel qu'illustré dans les extraits présentés à l'annexe VIII. Le facteur bruit n'y est cependant pas traité en lien avec les causes analysées dans le rapport d'enquête, c'est-à-dire qu'il n'est pas intégré²⁶ à l'analyse des hypothèses autour desquelles l'enquête s'articule. Pour cette raison, ces mentions du facteur bruit comptent pour une considération dite générale tel que prévu dans la méthode de classement de l'étude.

26. Ni directement (comme une cause) ni indirectement (dans l'analyse d'une autre cause).

5.3 Caractéristiques et circonstances des accidents mortels survenus en milieu bruyant – période 2000-2005 (bloc principal) (Objectif 1)

Selon le contenu des rapports, au moins une source de bruit était en fonction dans l'environnement immédiat de la victime au moment de l'accident dans 161 cas. Ainsi, la majorité des événements mortels survenus entre 2000 et 2005 (161/284) sont survenus dans un milieu bruyant, selon notre classification (Figure 15).

Figure 15 : Logigramme des accidents mortels survenus entre 2000 et 2005, selon la présence ou non d'une source de bruit



Pour les autres, aucune source de bruit n'a été identifiée (96/284), ou du moins, il demeure incertain si une source potentielle émettait réellement du bruit au moment de l'accident (27/284) (ex. : « un camion recule dans une pente, par inertie, lors d'une manœuvre de couplage », mais rien n'indique si le moteur était ou non en fonction lors de ce mouvement). Dans les cas d'incertitude, le rapport a été classé comme milieu non bruyant. L'annexe IV contient notamment la liste des sources de bruit relevées en fonction au moment de l'accident (Tableau 4.2).

Les 161 événements survenus en milieu bruyant ont été enquêtés par 169 inspecteurs différents (voir données détaillées à l'annexe V). En moyenne, chaque rapport a été réalisé par deux inspecteurs et un même inspecteur peut en avoir produit jusqu'à 15. Les régions sociosanitaires de la Montérégie (26/161 événements) et de la Mauricie–Centre-du-Québec (23/161 événements) sont les deux régions groupant le plus grand nombre d'événements²⁷.

Pour 123 événements parmi ceux survenus en milieu bruyant (123/161), au moins une source de bruit était, non seulement en fonction lors de l'accident, mais elle était également impliquée directement dans le fait accidentel (ex. : un travailleur est entraîné dans le mécanisme d'un convoyeur en fonction, un signaleur est écrasé par un camion à benne en marche arrière). L'information disponible dans les autres rapports d'enquête (38/161) n'a cependant pas permis d'apporter de précisions en ce sens.

5.3.1 Organisation

Les secteurs d'activité économique (SAE) les plus souvent impliqués sont « Bâtiment et Travaux publics » (31/161 événements) et « Forêt et scieries » (28/161 événements)²⁸. La nature exacte des organisations (sous-secteur) (ex. : « revêtement des routes » ou « déneigement ») est toutefois très variée, de telle sorte que cette donnée n'a pu être regroupée. La description détaillée des activités de l'entreprise (variable « Type d'organisation » de l'annexe III) est très variée et son regroupement n'aurait pas apporté davantage d'information que le SAE, de sorte que les auteurs n'ont pas jugé utile de grouper cette donnée.

Parmi l'ensemble des organisations impliquées et pour lesquelles le rapport contenait l'information (n = 146), le « nombre médian » de travailleurs est de 30, variant entre un et plusieurs milliers d'individus.

Cent dix-neuf organisations (119/161) disposent d'au moins un « mécanisme de gestion » de la santé et de la sécurité, dont le plus fréquent est le programme de prévention (n = 80). Même si le programme de prévention était actif au moment de l'événement, il est cependant incertain que des mesures liées au fait accidentel y étaient abordées (ex. : l'accident s'est produit lors de la circulation du travailleur dans la cour de la scierie alors que le programme de prévention ciblait peut-être davantage l'opération des machines de la scierie). En contrepartie, 41 milieux de travail ne disposaient d'aucun des mécanismes de gestion de la santé et de la sécurité tels qu'un comité de Santé et de sécurité, un syndicat, une mutuelle de prévention, un programme de prévention, un programme de formation ou le compagnonnage.

27. Voir l'annexe IV pour la répartition géographique complète.

28. Ces secteurs font partie du premier groupe prioritaire tel qu'il est établi par la CSST, par le Règlement sur le programme de prévention L.R.Q., c. S-2.1, r.13.1

5.3.2 Accidenté

Selon le contenu des rapports, le travail accompli au moment de l'accident faisait partie de la « tâche habituelle » d'au moins 94 travailleurs (94/161) : « un abatteur forestier abat un arbre en forêt, un contremaître circule sur le chantier ». Au moins 20 accidentés (20/161) n'effectuaient pas une tâche habituelle : « un conducteur de camion agit comme signaleur lors d'une manœuvre, un employé d'une usine est assigné temporairement à la conduite d'un chariot élévateur ». Cette précision sur la tâche accomplie n'est toutefois pas disponible dans les autres rapports d'enquête (47/161).

Au moins 23 travailleurs accomplissaient une tâche pour laquelle ils avaient reçu une formation²⁹ alors qu'au moins 29 n'étaient pas formés. Pour les autres (109/161), le rapport indique au plus que le travailleur avait été formé en entreprise lors de son embauche, sans nécessairement préciser le contenu de cette formation, ni spécifier s'il s'agissait d'une formation officielle ou plutôt d'un apprentissage davantage informel, comme le compagnonnage. Le croisement des variables « tâche habituelle » et « formation » suggère qu'au moins six travailleurs (6/161) n'étaient ni familiers, ni formés pour la tâche qu'ils accomplissaient au moment de l'accident.

Il est plausible d'inférer que la grande majorité des travailleurs décédés était des hommes, même si la variable sur le sexe de la victime n'était pas disponible. En effet, dans la version non nominative des rapports, le masculin, ou un terme générique suggérant le sexe de la victime, était le plus souvent utilisé pour désigner l'accidenté³⁰ (ex. : « M. a été frappé par... »; « le travailleur était conducteur... »).

Le nombre « médian d'années d'expérience » des travailleurs décédés est de dix ans « dans l'entreprise » (n = 84) et de treize ans « dans l'emploi » (n = 74).

Dans sept situations (7/161), l'audition de l'accidenté était possiblement entravée au moment de l'événement : « le signaleur est vêtu d'une cagoule »; « le travailleur porte généralement des bouchons aux oreilles lorsqu'il travaille dans l'atelier »; « selon ses collègues de travail, M. "A" souffrait d'une certaine surdité ». Pour les autres situations (154/161), aucune contrainte à l'audition du travailleur n'a été relevée dans le rapport.

29. Par exemple, « Certifié à la suite d'une formation sur l'abattage manuel (formation de 16 heures) »; « Formation théorique sur le levage et l'élinguage des charges »; « Formation modulaire du travailleur minier ».

30. Cette estimation cadre avec les données de la CSST sur les accidents mortels, dont 95 % concernent des hommes (voir l'annexe I).

5.3.3 Événement

Soixante-deux (62/161) accidents sont survenus dans une aire de circulation³¹ (entrepôt, garage, cour, stationnement), 36 sur un chantier, et 29 à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une usine. Les 34 autres événements sont survenus dans une forêt, un champ, sur le bord d'une route ou ailleurs.

Trois « genres » d'accidents regroupent la grande majorité [119/161 (74 %)] des événements : « frappé par un véhicule » (47/161), « frappé/écrasé par un objet » (38/161) et « coincé/entraîné » (34/161). Les autres « genres » décrivant les accidents survenus (41/161) sont : « la chute de travailleurs à un autre niveau » ou des genres autres (ex. : électrocution, noyade).

À noter pour les événements du genre « frappé par un véhicule » (n = 47) :

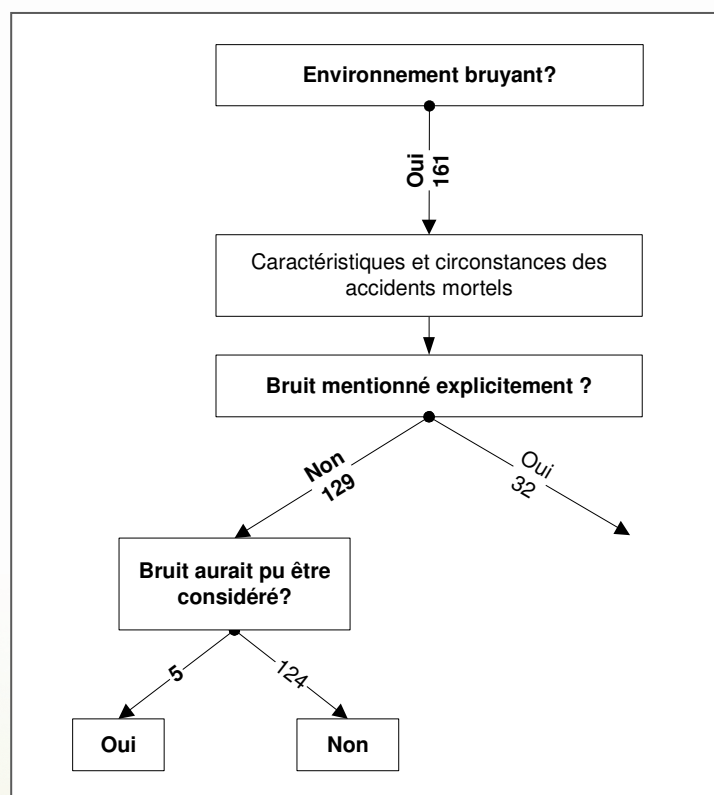
- La moitié (23/47) se sont produits dans une aire de circulation (entrepôt, garage, cour, stationnement) et le quart (12/47) sur un chantier ou dans une mine.
- Le véhicule impliqué était conduit par un autre travailleur dans plus de la moitié des cas (25/47). Pour les autres situations (22/47), l'accidenté était lui-même responsable du véhicule (ex. : « foreuse télécommandée, tracteur qui recule sur un travailleur dételant la remorque »).
- L'impact est survenu alors que l'accidenté avait le dos tourné au véhicule dans au moins sept situations parmi celles où le véhicule était conduit par un autre travailleur (7/25). Pour les autres (18/25), la position du travailleur n'a pas pu être précisée.

5.3.4 Rapports d'enquête où le facteur bruit aurait pu être considéré : les accidents impliquant un véhicule (Objectif 3)

Cette section concerne 129 événements survenus en milieu bruyant pendant la période 2000-2005 (bloc principal, 2000-2005) et dont le rapport d'enquête ne contient pas de mention explicite du facteur bruit, représentant 80,1 % des 161 cas survenus en milieu bruyant (Figure 16). L'objectif est d'estimer la proportion de ces accidents mortels pour lesquels le facteur bruit **aurait pu être** un élément d'enquête.

31. Cette catégorie exclut les accidents survenus en bordure d'une route (ex. : circulation routière) dont les circonstances ont été jugées différentes par les auteurs.

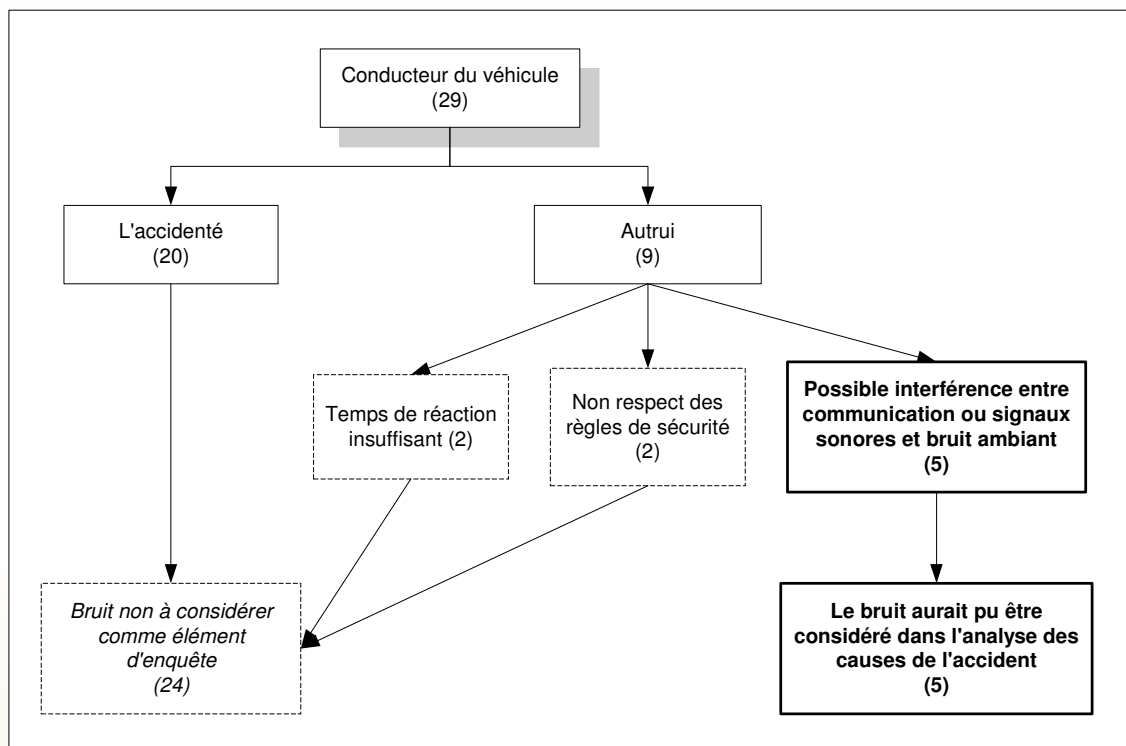
Figure 16 : Logigramme des accidents mortels survenus en milieu bruyant, entre 2000 et 2005, selon la mention explicite ou non du facteur bruit dans le rapport d'enquête (Objectif 3)



Parmi les 129 événements survenus en milieu bruyant et pour lesquels le rapport d'enquête ne contient **aucune** mention explicite du facteur bruit, 29 rapports concernent des accidents du genre « frappé par un véhicule ». Les autres concernent les genres d'accident « frappé par un objet » (31/129), « coincé/entraîné » (30/129), « chute » (11/129) ou un autre genre d'accident, comme une noyade ou une électrocution (28/129).

Le résultat de l'analyse approfondie des 29 rapports d'accidents du genre « frappé par un véhicule » est schématisé dans le logigramme de la figure 17.

Figure 17 : Logigramme de l'analyse des rapports d'enquête sans mention explicite du facteur bruit dans des accidents de genre « frappé par un véhicule » (n = 29) (2000-2005)



- L'accidenté était lui-même au volant du véhicule impliqué dans 20 accidents mortels (20/29). Le fait accidentel propre à ces accidents s'éloigne de la problématique à l'étude en ce sens que les problèmes de perception (ex. : masquage des signaux sonores), attribuant au facteur bruit un rôle possible dans ce genre d'accident, n'apparaissent pas pertinentes : un problème de perception de signaux sonores semble incompatible avec le fait que le travailleur était l'initiateur des mouvements possibles du véhicule impliqué.

Cas 4 : Un pompier est installé aux commandes situées sur un camion-pompe, à l'arrière de la cabine. Il effectue l'opération de la mise en route de la pompe pour alimenter le boyau d'incendie. C'est alors que le camion-pompe avance subitement. Le pompier ne peut arrêter le véhicule et se retrouve coincé entre un lampadaire de rue et l'aile avant du côté conducteur.

Cas 5 : Le travailleur monte, en marche arrière, une pelle hydraulique sur la remorque destinée à son transport. Il est écrasé mortellement lorsque celle-ci verse sur le côté.

Cas 6 : Un travailleur est écrasé par son rouleau niveleur alors que celui-ci effectue un tonneau, après une glissade incontrôlée du sommet d'une pente.

Cas 7 : Un travailleur doit remiser deux tracteurs dans un conteneur. Il entre le premier et le stationne à l'extrémité du conteneur. Ensuite, il entre le deuxième tracteur, dont le moteur s'arrête rendu à proximité du premier. En redémarrant le tracteur avec la manivelle située à l'avant, le tracteur avance et frappe le travailleur avant de le coincer entre les deux tracteurs.

- La position de l'accidenté n'a pu être spécifiée pour aucun des neuf (9) événements où le véhicule impliqué était conduit par un autre travailleur. Aucun rapport ne précise si l'accidenté a été frappé par derrière ou de face, ni donc s'il est plausible que l'ouïe était la principale fonction physiologique favorable à la sécurité du travailleur.
- Dans deux situations, l'accidenté travaillait le long d'une route au moment où une voiture est venue le heurter. Malgré que le bruit ambiant était possiblement significatif (circulation routière, véhicule en fonction à proximité), le temps de réaction du travailleur était probablement insuffisant pour percevoir tout signal avertisseur de danger. Dans ce cas, le dénouement de l'événement ne dépend pas de l'efficacité du signal sonore (ex. : les automobilistes impliqués dans ces événements ont peut-être utilisé leur klaxon) mais davantage du temps de réaction disponible entre la perception du danger et l'impact.

Cas 8 : Une équipe d'éboueurs procède à la cueillette des ordures. Le camion utilisé possède une benne à ordures équipée d'une trémie à chargement arrière. Lors de cette cueillette des ordures, un automobiliste arrive à l'arrière du camion. Il entre en collision avec la trémie. Au même moment, il frappe l'éboueur qui se trouve à gauche de l'ouverture de la trémie. L'éboueur est écrasé entre l'automobile et la trémie. Le collègue de l'accidenté a vu l'automobile arriver mais n'a pas eu le temps de réagir.

Cas 9 : *Après avoir remorqué, jusqu'à l'accotement de droite, une voiture enlisée dans la neige du terre-plein central de l'autoroute, un travailleur s'apprête à en retirer le crochet qui la lie à la dépanneuse. Pour ce faire, il s'accroupit entre les deux véhicules. C'est alors qu'une automobile circulant sur l'autoroute dérape et vient frapper la voiture remorquée. Sous l'impact, celle-ci est projetée vers l'avant et vient heurter le travailleur à la tête.*

- L'analyse indique que le non-respect d'une méthode de travail sécuritaire prime dans certains cas sur l'impact potentiel du bruit comme élément explicatif. Le travailleur doit s'assurer, qu'il y ait du bruit ou non dans l'environnement de travail, de ne pas se retrouver dans une position ou une zone dangereuse. Deux événements parmi les accidents « frappé par un véhicule » réfèrent à cette notion. Par exemple, au moment de guider une manœuvre de recul d'un camion lourd, un travailleur s'est placé directement à l'arrière dudit véhicule. Le fait que le travailleur pouvait selon toute vraisemblance percevoir le véhicule qui l'a frappé puis écrasé contre une structure immobile porte à croire que des lacunes dans la méthode de travail, plus que des problèmes liés à l'audibilité d'un signal sonore, sont en cause.

Cas 10 : *Alors qu'un camion équipé d'une remorque pénètre en marche arrière dans le garage, un travailleur, agissant comme signaleur, est coincé entre cette remorque et une autre immobilisée. L'accidenté est coincé lorsqu'en reculant pour guider le camion il se heurte contre une remorque immobilisée dans le garage. Le travailleur percevait le camion qui l'a écrasé puisqu'il guidait son conducteur.*

Cas 11 : *Un travailleur se trouve sous un élévateur à fourches d'une ligne d'empilage automatique de bois sur lequel repose un paquet de planches. Il attend sa descente avant d'entreprendre le nettoyage du plancher de l'usine avec un collègue opérateur. Le travailleur se tient précisément sous la fourche extérieure droite de l'élévateur au moment même où l'appareil exécute son trajet de descente qui s'effectue en moins de 5 secondes. Le travailleur est alors coincé mortellement entre la fourche de l'élévateur et le support d'un convoyeur.*

En somme, malgré l'approche conservatrice utilisée par les auteurs, le bruit aurait pu être considéré comme facteur explicatif dans cinq rapports d'enquête d'événements où un véhicule a heurté un travailleur. Dans ces situations, le niveau de bruit ambiant se reflète notamment par le fait que la communication était visuelle entre le conducteur et l'accidenté. De plus, trois de ces événements (*cas 12, 13 et 14*) sont survenus dans le secteur d'activité « Forêt et scieries », secteur associé à la plus grande proportion de travailleurs exposés à des niveaux de bruit extrêmes (Girard *et al.*, 2003; Franks, 1988). Les deux autres (*cas 15 et 16*) sont survenus dans les secteurs d'activité « Commerce » et « Transport et entreposage ». Dans chacun de ces cas, au moins deux

véhicules moteurs étaient en fonction à proximité de l'accidenté (*chargeuse, camion à plate-forme, chariot élévateur*).

Cas 12 : *Un travailleur est écrasé mortellement entre un tracteur routier et un semi-remorque lors de l'opération de couplage. La procédure de communication radio inadéquate génère de la confusion entre les deux travailleurs. À un certain moment, l'accidenté déblaie manuellement des copeaux de bois dans l'angle mort derrière le tracteur lorsque le conducteur recule pour coupler le semi-remorque. En plus du tracteur routier, une chargeuse était possiblement en fonction à proximité et pouvait engendrer un niveau important de bruit. Bien que la déficience des procédures de communication est retenue comme une des causes de l'accident, l'enquête ne réfère pas au facteur bruit. Il aurait été pertinent de questionner la présence et l'efficacité possible d'une alarme de recul.*

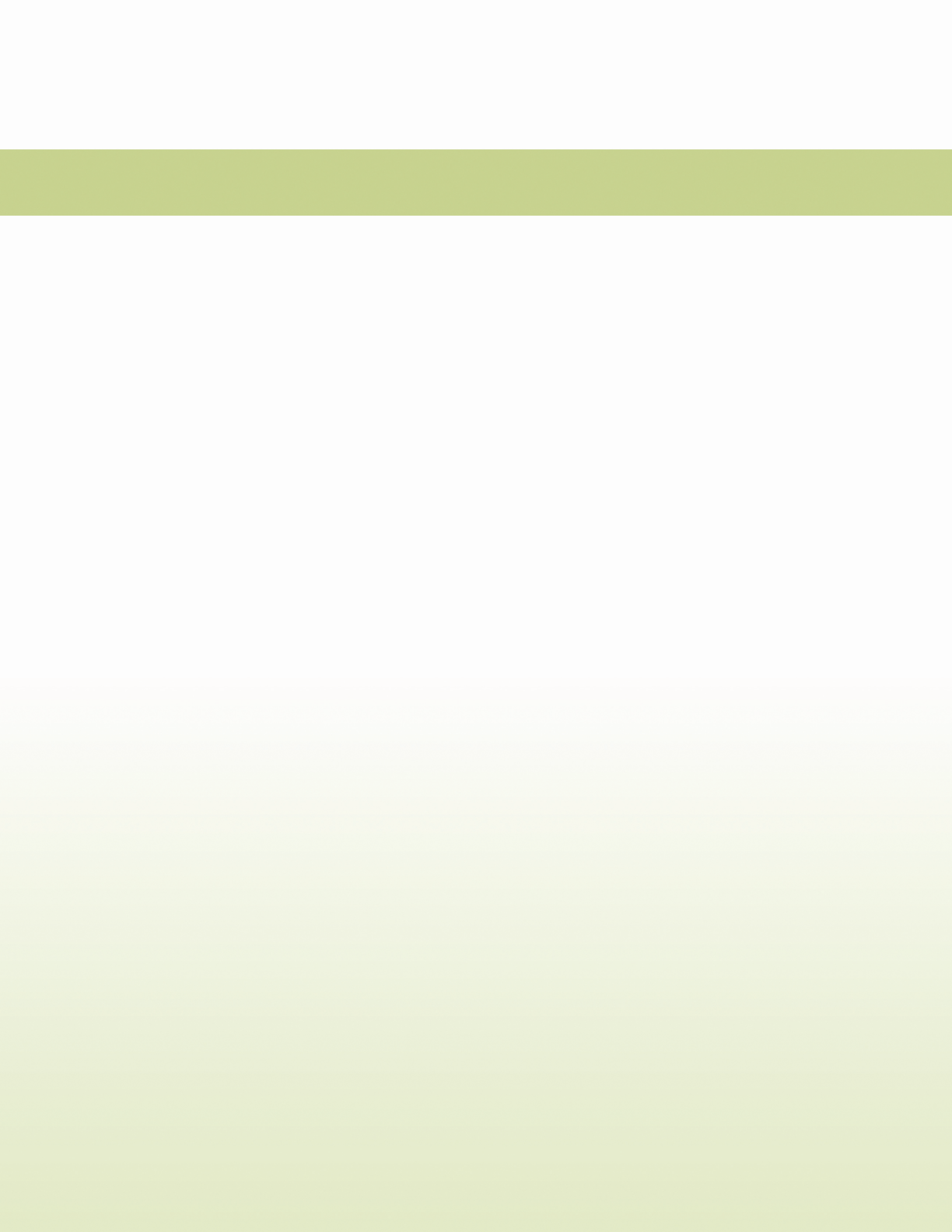
Cas 13 : *Un travailleur marche dans la cour de l'établissement pour se rendre vers le garage. Pendant ce temps, une chargeuse circule dans la cour. Faisant marche arrière, l'opérateur de la chargeuse aperçoit le travailleur étendu dans la cour, derrière sa machine. « L'autopsie révèle [notamment] une blessure sévère sur le côté gauche du crâne. L'enquête conclut que des équipements tels que la chargeuse impliquée comportent de multiples angles morts, que lors de périodes sèches, les véhicules soulèvent un nuage de poussière non favorable à la visibilité, et qu'il est inhabituel de rencontrer des piétons sur le site. » L'enquête ne réfère cependant pas au facteur bruit. Pourtant, il y aurait eu lieu de questionner dans quelle mesure la possibilité de reconnaître le bruit du moteur comme le signe d'un danger qui s'approche aurait pu permettre à l'accidenté de s'écarter du passage et de vérifier si des caractéristiques du milieu de travail (ex. : rapport signaux sonores/bruit ambiant) ou de l'accidenté (capacités auditives) ont pu nuire à la perception du danger.*

Cas 14 : *L'opérateur d'une chargeuse perd son contact visuel avec le camionneur qui agit comme signaleur pendant la manœuvre de chargement. Il retrouve le camionneur écrasé sous un paquet de bois, immobile et sans pouls. La communication entre l'opérateur et le camionneur était basé sur le contact visuel. La présence de bruit se confirme par le fonctionnement de la chargeuse et, d'une certaine manière, par le fait que la communication entre les travailleurs était visuelle. Il y aurait eu lieu de questionner le rôle possible du facteur bruit dans un tel contexte.*

Cas 15 : *Un travailleur procède au chargement d'un paquet de contre-plaqués sur un camion de livraison à l'aide d'un chariot élévateur à fourches. Il est en compagnie d'un collègue. Après avoir déposé le paquet de contre-plaqués sur la plate-forme du camion, le premier travailleur quitte son poste de conducteur et se retrouve debout près de la plate-forme. Il est écrasé entre celle-ci et le chariot conduit par son collègue, qui recule vers lui. Au moins deux sources de bruit peuvent être identifiées, soit le chariot élévateur et le camion à plate-forme. Il y aurait eu lieu de se questionner à savoir si l'accidenté a pu entendre et reconnaître le bruit du moteur du chariot élévateur et, le cas échéant, s'il avait la possibilité de s'écarter du danger.*

Cas 16 : *Un camionneur au sol guide une chargeuse pour le chargement de son semi-remorque dans la cour à bois d'une scierie. Durant cette opération, un chariot élévateur traverse l'aire de travail et écrase le camionneur. Au moins deux machines étaient en fonction à proximité de l'accidenté. Le bruit a-t-il empêché l'accidenté de localiser le chariot élévateur? Quel était son temps de réaction à partir du moment où il aurait pu entendre le chariot élévateur, considérant l'ambiance sonore?*

Bref, le facteur bruit aurait mérité d'être considéré dans au moins cinq enquêtes, c'est-à-dire 3,9 % des 129 rapports, sans mention explicite du facteur bruit, survenus **en milieu bruyant** entre 2000 et 2005. Avoir considéré le facteur bruit dans ces cinq enquêtes aurait pu modifier la liste des causes ou, à tout le moins, aurait permis de mieux étayer l'analyse des autres causes de l'accident et, possiblement modifier les conclusions et les recommandations.



6. DISCUSSION

Globalement, le bruit a été retenu comme une cause d'accident mortel en milieu de travail dans 2,2 % (17/788) de tous ceux survenus entre 1990 et 2005.

Par contre, l'analyse plus approfondie réalisée pour les événements survenus pendant la période 2000 à 2005 (n = 284) a montré que le bruit a été retenu comme une des causes dans 4,3 % (7/161) des cas survenus en milieu bruyant. Néanmoins, le bruit n'a pas été mentionné explicitement dans 129 enquêtes portant sur des événements survenus en milieu bruyant, soit plus de 80 % des cas. Or, l'analyse a montré que le bruit aurait pu être un élément pertinent d'enquête dans cinq cas, soit 3,9 % des 129 événements survenus **en milieu bruyant**.

En outre, le facteur bruit fait rarement l'objet de mesures et d'analyse selon les « *règles de l'art* » de l'audiologie, de la psychoacoustique, de l'acoustique ou de l'hygiène du travail. Les observations des auteurs suggèrent des insuffisances méthodologiques dans les analyses décrites dans les rapports. Idéalement, une analyse complète du facteur bruit devrait être réalisée dans tous les cas où des travailleurs ont été « frappés par » des véhicules. Dans ces situations, il serait alors nécessaire de considérer le niveau et la distribution spectrale du bruit ambiant et des signaux sonores, les contraintes possibles à la reconnaissance des signaux (ex. : capacités auditives du travailleur et port de protecteurs auditifs) et les interactions possibles entre ces éléments afin d'analyser le facteur bruit sous tous ses angles pour chaque événement particulier. Toutefois, dans les autres genres d'accidents que les « frappés par », la conclusion de l'enquête au regard du facteur bruit n'est pas nécessairement entachée par les insuffisances observées. Le facteur bruit n'est pas toujours un fait à documenter de façon complète et exhaustive, par exemple si le temps de réaction disponible entre la perception d'un signal sonore et le fait accidentel (ex. : l'impact) était trop court et ne permettait pas, de toute façon, une réaction adéquate du travailleur afin de se protéger.

6.1 ***Le bruit comme cause d'accident mortel en milieu de travail?***

Dans un rapport d'enquête, une « cause retenue » est une hypothèse de départ (ou *cause possible*) pour laquelle l'analyse des faits confirme que ce facteur est une cause directe du fait accidentel, nécessaire et suffisante pour l'expliquer, établissant ainsi un lien avec l'accident. Ainsi, dans la présente étude, sur la base du jugement des inspecteurs, un lien causal est formulé entre le facteur bruit et un accident mortel dans 17 rapports d'enquête traités dans l'étude. Ce résultat suggère fortement que le bruit est une cause d'accident mortel en milieu de travail dans au moins 2 % (17/788) des événements survenus au Québec entre 1990 et 2005. En effet, les résultats sont basés sur une lecture approfondie de rapports réalisés par des centaines d'inspecteurs, diminuant ainsi un biais lié aux enquêteurs. Les inspecteurs sont formés pour identifier et déterminer les causes de toutes natures de chaque événement mortel en vue de la prévention. Même sans formation spécifique sur le facteur bruit en particulier, les inspecteurs ont spontanément évoqué, puis retenu le bruit comme facteur explicatif. La méthode de l'arbre des causes, telle qu'utilisée par la CSST depuis 2000, implique de ne retenir que les éléments essentiels. Les 17 cas retenus par les inspecteurs impliquent le non-fonctionnement ou l'impossibilité de percevoir un signal avertisseur sonore. Ce résultat va dans le sens des

hypothèses de mécanismes d'action formulées dans les modèles explicatifs de Héту et de Wilkins présentés précédemment. Ainsi, le fait d'avoir retenu le bruit dans ces cas implique que la perception du signal avertisseur sonore était essentielle à la sécurité du travailleur et que son inaudibilité au moment de l'accident était un élément nécessaire et suffisant pour expliquer, du moins en partie, l'accident mortel. Au total, les décès survenus dans des milieux bruyants, entre 2000 et 2005, où le bruit est une cause d'accident mortel, représentent 4,3 % (7/161) de tous les accidents survenus au cours de cette période.

Bien que les études qualitatives, telles celle-ci, aient généralement comme finalité de mieux comprendre ou d'expliquer des phénomènes, les auteurs ont souhaité élargir la discussion au vaste univers de la recherche, en confrontant le lien bruit-accident à la notion de causalité, notion plus classiquement discutée en épidémiologie. Cette discussion dans le monde de la recherche a fait l'objet de travaux dont il ne sera ici question que d'un bref aperçu.

Notion de causalité

En épidémiologie, la causalité se définit comme « le rapport de la cause à l'effet qu'elle produit » (Last, 2004). Une cause peut être nécessaire (doit toujours précéder l'effet), suffisante (produit inévitablement un effet) ou les deux.

Un accident peut s'expliquer par plusieurs facteurs, d'ailleurs plus d'une cause est retenue dans tous les rapports d'enquête où le bruit est retenu comme une cause. Une question demeure donc : dans quelle mesure le facteur bruit peut-il être considéré comme la principale cause d'accident mortel en milieu de travail?

À vrai dire, même des données épidémiologiques ne suffisent pas à établir la causalité (Last, 2004). Les études consultées se heurtent à des contraintes méthodologiques pour juger de la causalité entre le bruit et le risque d'accident : impossible d'isoler la variable « bruit » ou de contrôler pour tous les facteurs confondants pour en évaluer la contribution exacte dans la survenue d'accidents, car cette variable est présente simultanément à d'autres facteurs de risque, comme l'utilisation de machines dangereuses ou de véhicules à proximité de travailleurs.

Bien que dans une terminologie quelque peu différente, la causalité est une notion que la recherche qualitative vise aussi documenter. Pires (1993) avance que la recherche qualitative contribue à recentrer l'analyse causale conventionnelle, car elle investit le champ de l'explication, où l'importance des « relations d'explication » n'est pas redevable exclusivement à une régularité statistique, et fait place à la valeur théorique et heuristique du lien entre des facteurs. Le principe de contextualisation en recherche qualitative apparaît ainsi compatible avec la notion de causalité³².

32. Le lecteur est invité à consulter l'ouvrage de Pires (1993) pour une réflexion sur les principes de l'analyse causale en recherche qualitative :
http://classiques.uqac.ca/contemporains/pires_alvaro/recentrer_analyse_causale/recentrer_analyse_causale.pdf

L'analyse présentée contribue à la discussion sur la causalité entre l'exposition au bruit et la survenue d'accidents en milieu de travail. Ces données proviennent de la totalité (100 %) des rapports d'enquête disponibles entre 1990 et 2005. Par conséquent, en plus d'apporter un éclairage original, elles assurent une couverture exhaustive de la problématique étudiée.

Plausibilité et cohérence de l'association bruit-accidents

Hill (1965) a établi neuf critères de causalité³³ visant à mieux apprécier la relation entre deux variables. Parmi ces critères, deux ressortent davantage pour la présente étude. Il s'agit de la plausibilité et de la cohérence de l'association.

La « plausibilité de l'association » fait appel, en quelque sorte, à la logique des mécanismes impliqués dans une relation entre des variables. Ainsi, l'association réputée causale doit être plausible avec les connaissances générales du domaine d'intérêt. À cet égard, la problématique à l'étude touche notamment l'audiologie, l'acoustique et la psychoacoustique.

Les mécanismes proposés dans les modèles explicatifs cités dans l'étude vont dans le sens des résultats de la présente étude. En effet, on observe, conformément à Wilkins (1981) qu'un niveau de bruit élevé peut rendre inaudible le son d'un signal sonore avertisseur de danger et, de ce fait, contraindre le processus de perception d'une personne. Des données expérimentales confirment cette possibilité (Hétu 1995; Giguère et Laroche, 2005). On observe également, comme le suggère Hétu (1993), que les exigences d'écoute et de communication en milieu de travail bruyant et réverbérant peuvent être incompatibles même pour des travailleurs avec des capacités auditives normales. D'autres études publiées révèlent plus spécifiquement que le bruit en milieu de travail peut être la cause d'accidents en raison de ses impacts sur la reconnaissance de signaux sonores (Damongeot, 1995; Hétu et Quoc, 1994; Ayres et Beyer, 1994; Laroche *et al.*, 1991; Wilkins, 1981).

Comme mentionné précédemment, les accidents mortels pour lesquels le facteur bruit est identifié comme une cause (n = 17) impliquent ce processus de perception. Dans tous les cas, des signaux sonores avertisseurs de danger (alarmes ou cris) n'ont pas pu être entendus en raison du bruit ambiant. Sans ce bruit ambiant, manifestement très important, la victime aurait vraisemblablement eu la possibilité de percevoir les signaux sonores. La relation bruit-accident est dans ce contexte plausible à l'égard des mécanismes liés à la perception auditive.

L'autre critère, la « cohérence de l'association », implique que l'association ne soit pas contradictoire avec les connaissances actuelles sur les liens bruit-accidents.

33 . Ces critères sont : force de l'association, relation dose-effet, temporalité de l'association, spécificité de l'association, reproductibilité des résultats de l'association, plausibilité de l'association, cohérence de l'association, présence de données expérimentales, analogie.

Dans la présente étude, les accidents pour lesquels le bruit est retenu comme une cause sont le plus souvent survenus (16/17) lors de déplacements de véhicules dans une aire de travail partagée avec des piétons. Les cinq situations où l'enquête « aurait pu » considérer le facteur bruit comme une cause possible sont survenues dans pareilles circonstances.

Dans les études consultées, l'association entre le facteur bruit et le risque d'accident s'applique également de façon particulière aux accidents impliquant un véhicule en mouvement. Damongeot (1995), Laroche *et al.* (1991) et Wilkins (1981) associent étroitement au facteur bruit la survenue de ce genre d'accidents. L'efficacité des avertisseurs sonores (ex. : alarmes de recul) devient, selon eux, un enjeu fondamental pour la sécurité des travailleurs : dans les causes retenues par rapport au facteur bruit, les inspecteurs font, eux aussi, un enjeu déterminant de l'efficacité des signaux sonores avertisseurs de danger (alarmes, cris).

Bref, la relation entre le facteur bruit et la survenue d'accidents en milieu de travail est plausible et cohérente. Selon les circonstances dans lesquelles sont survenus les accidents où le bruit est en cause, cette relation prend particulièrement forme lorsque, dans un milieu bruyant, des véhicules et des piétons partagent une même aire de travail. Sans permettre d'établir hors de tout doute le lien de causalité entre le bruit et le risque d'accidents mortels, l'étude s'avère cohérente avec d'autres études réalisées (Girard *et al.*, 2009; Picard *et al.*, 2008; Bareto *et al.*, 1997; Melamed *et al.*, 1992, 2004) à l'aide d'autres devis de recherche et va dans le sens des modèles explicatifs de Wilkins et de Hétu.

Un lien de causalité entre le facteur bruit et l'accident mortel est vraisemblable lorsque le fait accidentel touche des enjeux d'écoute et de communication, que ce soit sur le plan de la parole ou d'alarmes sonores. Cette hypothèse est d'autant plus justifiée si le fait accidentel implique un véhicule en mouvement.

6.2 **Bruit comme facteur contributif**

Le facteur bruit a été retenu par les inspecteurs de la CSST comme facteur contributif, voire causal, dans 2,2 % de l'ensemble des accidents survenus pendant la période à l'étude ($n = 788$). Cette proportion constitue un minimum parce que le facteur bruit peut avoir influencé la suite des événements dans un plus grand nombre d'accidents mortels en milieu de travail. Par exemple, sans en être l'objet principal, le facteur bruit a été considéré dans l'analyse du fait accidentel dans quinze autres rapports d'enquête entre 1990 et 2005³⁴. Ainsi, si l'on se réfère notamment aux travaux de Melamed (2004), et comme il est question au point suivant, la contribution du bruit aux accidents de travail mortels étudiés ici pourrait être liée à d'autres mécanismes que celui plus évident et reconnu qu'est la perception auditive.

Autres circonstances d'accidents en milieu bruyant

Les auteurs se sont questionnés sur deux situations particulières, soit les accidents de genre « coïncé/entraîné » et la possible perte de vigilance due au bruit ambiant.

Les accidents de genre « coïncé/entraîné » représentent 34 événements (34/161) parmi ceux survenus en milieu bruyant entre 2000 et 2005. Dans ces accidents, la victime est happée par l'engrenage d'une machine, ou coïncée dans un mécanisme automatisé. Le fait qu'une personne œuvre en milieu bruyant pourrait-il nuire à ses facultés sensorielles, comme sa vision, au point de mal interpréter la distance la séparant d'une zone de danger, telle la vis d'un convoyeur? À cet égard, Héту (1994a) note que le bruit ambiant peut effectivement réduire la précision. Une étude rapportée par Ciattoni (1997) suggère même que le champ de vision, d'une personne exposée à un niveau sonore de 100 dBA de manière prolongée, rétrécit de 10 degrés, que cette personne apprécie avec moins de précision les profondeurs, perçoit moins rapidement les couleurs et dispose d'une moins bonne vision nocturne.

Quant à l'effet possible du bruit sur la vigilance, il concerne plus précisément la « veille attentive involontaire » (*monitoring* passif). Des études publiées (Melnick, 1991 et Kryter, 1994 dans Girard *et al.*, 2002; Passchier-Vermeer et Passchier, 2000; Smith, 1992; Duchon et Hudock, 1989; Wilkins et Acton, 1982) suggèrent qu'un travailleur concentré sur une tâche complexe peut tendre à s'isoler de son environnement de travail et être moins « alerte » par rapport aux événements survenant autour de lui.

34. Ce sont des enquêtes pour lesquelles le facteur bruit a été considéré « indirectement » (voir résultats). Ces enquêtes ne concluent cependant pas formellement sur le rôle réel du facteur bruit dans l'accident.

L'exemple suivant traduit ce propos à travers une situation décrite dans un rapport d'enquête consulté. Le facteur bruit y est d'ailleurs retenu comme une cause.

L'opérateur d'une chargeuse avec fourches manipule un pneu, utilisé comme coussin-amortisseur lors du culbutage de blocs de granite. Le pneu sort des fourches de la chargeuse, tombe au sol, roule en bas d'une pente et heurte un travailleur qui est à forer plus bas, dos à la scène.

L'opérateur avait actionné l'avertisseur sonore de la chargeuse et un autre a crié pour aviser l'accidenté, mais en vain. L'enquête précise que l'accidenté avait une audition normale selon un audiogramme récent, et qu'il portait des bouchons d'oreille au moment de l'événement. Le niveau de bruit était près de 120 dBA où se situait le travailleur.

*L'une des causes retenues concerne directement le facteur bruit montrant que les divers signaux sonores émis n'ont pas été efficaces pour éveiller l'attention de la victime, alors dans sa « bulle » et concentrée sur sa tâche : « les avertisseurs de danger non perçus par le travailleur ». Le rapport spécifie que l'accidenté n'a pas capté les cris de son collègue ni l'avertisseur sonore de la chargeuse et n'avait donc « **pas connaissance de la situation de danger** et n'a posé aucun geste pour l'éviter ».*

La connaissance plus raffinée de l'impact du bruit sur l'attention et la sécurité des personnes reste cependant à faire. En effet, des études (Auburn, Jones et Chapman, 1987; Jones, 1984; Jones, 1983) retiennent même que le bruit est plutôt favorable à la « veille attentive » pour certains types de tâches.

Ainsi, les auteurs concluent que les résultats de la présente étude sous-estiment vraisemblablement la part réelle du bruit comme facteur explicatif. En effet, elle n'est basée que sur les rapports écrits et non pas sur l'ensemble des faits et éléments recueillis par les inspecteurs, tels des notes prises ou des enregistrements d'entrevues réalisées, lors de l'enquête. Comme la méthode d'enquête privilégie de ne retenir que les faits essentiels, il est vraisemblable que le bruit ait été mentionné mais non retenu comme fait essentiel dans certaines enquêtes. De plus, d'autres mécanismes d'action du bruit tels ses effets sur la vigilance, sur la précision ou sur le champ visuel peuvent contribuer de façon plausible à l'augmentation du risque d'accident mortel. On ne dispose d'aucune indication à l'effet que ces autres mécanismes d'action, plus distaux, soient identifiés ou considérés par les enquêteurs. Ainsi, l'étude ne vise pas et ne permet pas de juger de la qualité du travail effectué par les inspecteurs de la CSST, mais identifie plutôt les limites de se baser sur la seule source de données que sont les rapports écrits pour le sujet à l'étude.

Par ailleurs, plusieurs études épidémiologiques montrent un risque accru d'accident non mortel chez les travailleurs exposés au bruit (Girard *et al.*, 2009; Picard *et al.*, 2008; Dias et Cordeiro, 2007; Bareto *et al.*, 1997; Melamed *et al.*, 1992, 2004, Moll van Charante et Murder, 1990,). Ainsi, le fardeau global des accidents mortels et non mortels causés par le bruit en milieu de travail est vraisemblablement beaucoup plus important que celui trouvé dans l'étude.

Le facteur bruit mérite donc d'être considéré systématiquement lorsque des accidents surviennent dans un environnement bruyant et particulièrement si le travailleur est frappé par un véhicule, à plus forte raison si l'accident est mortel. Si, dans le cours de cette étude, on a pu constater que la méthode de l'arbre des causes employée par la CSST permet de considérer ce facteur de risque ou du moins, d'y intégrer l'expérience des inspecteurs qui l'utilisent, il a été possible de constater qu'il y a quelques années à peine, d'autres guides d'enquête ne faisaient pas référence au bruit (ex. : *Workers' Compensation Board of British Columbia*, 2004). Or, depuis peu, possiblement un signe des temps, un nouveau guide pour les enquêtes d'accidents dans cette province inclut maintenant le bruit parmi les facteurs à considérer (*Workers' Compensation Board of British Columbia*, 2007).

6.3 Limites de l'étude

Des inférences ont été nécessaires pour déterminer si le milieu de travail où est survenu l'accident était bruyant et pour estimer le nombre d'enquêtes dans lesquelles le facteur bruit aurait pu être considéré. Les estimations faites sont conservatrices parce que les critères utilisés pour classer les cas survenus dans un milieu bruyant sont suffisamment stricts. Il est donc possible que d'autres événements soient survenus dans un milieu réellement bruyant. Il en va de même pour les critères ayant servi à conclure que le bruit aurait pu être considéré. Ceci permet de croire que les résultats sont valides, à tout le moins pour établir des minimums.

Le contenu d'un rapport est une référence possiblement incomplète quant à la considération réelle du bruit dans les enquêtes. Les rapports ne reflètent pas tout le travail accompli par les inspecteurs aux diverses étapes de l'enquête (voir l'annexe II). Il est plausible de croire qu'un inspecteur peut avoir considéré le bruit ambiant lors de l'enquête et qu'il a déterminé qu'il s'agissait d'un fait « non essentiel » ou « habituel », c'est-à-dire inhérent et non pas comme un fait essentiel au fonctionnement de machines ou autres équipements.

L'étude n'est basée que sur les rapports d'enquête produits. L'équipe de recherche n'a donc pas cherché à avoir accès aux inspecteurs, ni aux notes d'enquêtes, notamment sur l'ensemble des faits et éléments qu'ils ont recueillis, tels des notes prises ou des enregistrements d'entrevues réalisées lors de l'enquête. Comme la méthode d'enquête privilégie de ne retenir que les faits essentiels, il est vraisemblable que le bruit ait été mentionné, mais non retenu comme fait essentiel dans certaines enquêtes.

De même, les suites d'une enquête en termes de recommandations ou d'interventions de la CSST ne font pas partie des rapports d'enquête, mais de rapports d'intervention non traités dans l'étude. L'étude de ces rapports aurait pu apporter des éclairages complémentaires quant à la place du facteur bruit dans les enquêtes.

Il peut également subsister certains écarts entre les divers rapports d'enquête produits. Par contre, ce phénomène a été réduit du fait que les rapports ont été réalisés par deux inspecteurs selon un canevas établi et au moyen d'une méthode d'enquête éprouvée.

Finalement, il faut noter que les données analysées représentent la totalité (100 %) des rapports d'enquête disponibles entre 1990 et 2005. En plus d'apporter un éclairage original, elles assurent une couverture exhaustive de la problématique étudiée. Quant à l'analyse de contenu, celle-ci a été effectuée par deux agents de recherche qui se sont validés mutuellement afin de limiter les variations dans le classement de l'information.

7. RECOMMANDATIONS POUR LES INTERVENANTS EN SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Cette section propose quelques intrants aux intervenants en santé-sécurité en milieu de travail. Ces intrants, inspirés des résultats de l'étude, concernent l'analyse du facteur bruit dans un contexte d'enquête et la surveillance des décès en milieu de travail.

7.1 *Analyse du facteur bruit dans le cadre des enquêtes sur les accidents en milieu de travail*

Les accidents en milieu de travail s'inscrivent dans un contexte de sécurité très large où le facteur bruit n'est pas toujours présent. La pertinence de considérer le facteur bruit dans un fait accidentel dépend de paramètres pouvant varier d'une situation à l'autre. L'impact du bruit peut être lié à la disposition des lieux, à la position exacte du travailleur par rapport au danger ou aux signaux avertisseurs, à son champ de vision, au temps de réaction, etc. Ainsi, il serait hasardeux de formuler des étapes précises autour desquelles articuler l'analyse du facteur bruit dans les enquêtes et analyses d'accidents de travail.

Malgré tout, les circonstances des accidents mortels survenus en milieu bruyant, et les constats de l'étude sur l'analyse du facteur bruit dans les rapports d'enquête, inspirent la formulation de certaines pistes pour apprécier la contribution du bruit dans un accident de travail. La réponse à ces questions pourrait aussi favoriser l'identification de solutions favorables à la prévention d'accidents dans des circonstances similaires.

Les pistes proposées visent à alimenter la réflexion et n'ont pas la prétention d'être exhaustives. Elles sont inspirées des observations de l'étude, de l'expertise des chercheurs impliqués, des études consultées et de l'un des rapports d'enquête consultés au cours de l'étude.

1. Déterminer si des contraintes au plan de la perception des signaux sonores peuvent avoir joué un rôle dans le fait accidentel

La présence de sources de bruit en fonction au moment de l'événement dans l'environnement de travail, et le besoin d'écoute ou de communication entre travailleurs, devraient éveiller une préoccupation à l'égard de la perception des signaux sonores. Ces indices sont particulièrement importants lorsque le fait accidentel implique des déplacements de véhicules dans une aire de travail et lorsque d'autres éléments de sécurité, comme le contact visuel, ne peuvent pas compenser pour les problèmes d'écoute et de communication causés par le bruit (ex. : angles morts). Ainsi, tout accident chez un travailleur frappé par un véhicule dans un milieu bruyant devrait, d'emblée, éveiller la prise en compte du facteur bruit dans l'arbre des causes.

À moins d'évidence à l'effet que la perception du signal n'aurait pu changer l'issue de l'accident (ex. : temps de réaction quasi nul, absence de sortie dans l'aire de travail), il y aurait lieu de consulter un expert pour vérifier si des mesures précises ou d'autres moyens sont indiqués pour vérifier la contribution du bruit dans le fait accidentel (ex. : rapport signal sonore/bruit ambiant, simulation des circonstances et conditions présentes au moment de l'événement, etc.).

2. S'assurer d'une analyse exhaustive selon les circonstances de l'accident et les résultats des mesures préliminaires

Il n'y a pas nécessairement lieu de poursuivre l'analyse de l'impact du facteur bruit si les mesures effectuées, lors d'une première étape, permettent de conclure sur le plan de la perception des signaux sonores avertisseurs de danger (ex. : situation évidente de non-perception signaux sonores dans un milieu très bruyant ou rapport signal/bruit insuffisant).

Cependant, si la réponse n'est pas évidente, les questions suivantes devraient être documentées :

- Compte tenu des capacités auditives (réelles ou estimées) ainsi que, s'il y a lieu, du port de protecteurs auditifs, le signal permettait-il de solliciter théoriquement l'attention du travailleur et de déclencher une réponse appropriée?
 - **Dans l'affirmative** : en considérant la vitesse du véhicule (ou autre « danger mobile ») et l'aménagement de l'espace de travail où est survenu l'accident, le travailleur aurait-il eu le temps de réagir et de se placer en lieu sûr?
 - **Dans la négative** : à quelle distance, du véhicule ou de l'objet en mouvement, le signal sonore (ex. : alarme, bruit du moteur, cris d'un collègue) pouvait-il solliciter l'attention de l'accidenté et lui laisser suffisamment de temps pour se placer en lieu sûr?

3. Documenter l'analyse du facteur bruit dans le respect des modalités techniques reconnues

Pour répondre avec certitude aux questions précédentes, des outils et techniques de mesure plus sophistiqués et complexes sont nécessaires. Par exemple, les possibles contraintes environnementales (ex. : réverbérations, emplacement de l'avertisseur sonore), et la composition spectrale du bruit et du signal, doivent être considérées ou mesurées adéquatement.

L'utilisation des outils, la prise de mesures et l'interprétation des données dans les « règles de l'art » en audiologie, en psychoacoustique, en acoustique et en hygiène du travail fait appel à une expertise relativement complexe, en constante évolution, et spécifique à la réalité singulière des faits accidentels. Par conséquent, proposer une formation pour les inspecteurs ou les intervenants du réseau de santé publique en santé au travail serait peu efficient, d'autant plus que, somme toute, le facteur bruit n'est pas un facteur explicatif retenu dans une grande proportion d'accidents mortels (17 accidents mortels sur une période de 15 ans). Pour ces raisons, la solution la plus efficiente serait de faire appel à une expertise externe dans les situations où les mesures et analyses recommandées dans la section précédente doivent être réalisées. En ce sens, la piste la plus prometteuse serait de sensibiliser les inspecteurs à poser les questions préliminaires pertinentes et à faire appel à l'expertise nécessaire lorsque requise.

7.2 Surveillance des décès en milieu de travail

Le plan de surveillance de santé publique pour les décès en milieu de travail vise à « observer les tendances et les variations temporelles et spatiales », « identifier les problèmes prioritaires », et « suivre l'évolution au sein de la population de certains problèmes spécifiques de santé et de leurs déterminants »³⁵. La présente étude avait l'objectif d'identifier le contenu-type (variables sur le bruit) pertinent à ce plan de surveillance. Cela implique d'apprécier la pertinence d'un rapport d'enquête de la CSST comme source d'information à des fins de surveillance.

Les auteurs considèrent que les rapports d'enquête de la CSST, notamment à travers la liste des causes, pourraient représenter une source d'information fiable sur la fréquence du facteur bruit retenu comme cause d'accidents mortels survenus en milieu de travail. Les enquêtes qui n'ont pas mais « auraient pu » considérer le facteur bruit s'avèrent relativement marginales (n = 5).

Toutefois, une lecture assez approfondie du rapport est nécessaire, ce qui est peu conciliable tant avec la façon habituelle d'exploiter les sources de données pour fins de surveillance qu'avec les limites en ressources. Même si une recherche par mots clés (bruit, décibels, dBA, alarme sonore, véhicule, frappé par, etc.) permettrait de « trier » les rapports d'enquête avant d'en faire une lecture plus attentive, l'exercice demeure considérable, notamment pour traiter les « faux positifs » (ex. : le mot bruit peut être utilisé sans référence à l'environnement de travail). Par ailleurs, cette façon de faire entraînerait aussi, nécessairement, des faux négatifs (milieu bruyant dans lequel le bruit n'est pas mentionné explicitement) sans pouvoir en estimer l'ampleur. En outre, le rapport doit être enregistré dans un format qui rend possible cette recherche par mots clés, excluant donc les rapports numérisés en format image. De manière plus générale, il serait pertinent d'explorer, avec les responsables, la possibilité d'améliorations dans les rapports d'enquête, et particulièrement ceux des accidents mortels, qui seraient utiles à des fins de surveillance; le but ultime de la surveillance étant de mieux comprendre les déterminants de la santé à des fins préventives, il converge avec les buts visés par les enquêtes. Une codification dans les rapports d'enquête des facteurs de risques énoncés ainsi que ceux qui ont été retenus, des caractéristiques sociodémographiques du travailleur, en plus des informations relatives à l'établissement et à l'événement mortel, seraient des variables minimales à considérer.

Une autre option serait d'enrichir les bases de données lésionnelles et des décès de la CSST en leur ajoutant des champs permettant de répertorier toutes les causes retenues et tous les facteurs de risque contributifs à l'événement accidentel³⁶. Cette bonification pourrait également prendre la forme de champs de texte permettant une description plus complète de l'événement et des causes à partir du contenu des rapports d'enquête (Stout and Jenkins, 1995 : 24-2 – 24-3; Sorock *et al.*, 1997 : 127; Stout, 1998 : 18; Smith, 2001 : i4;

35 Loi sur la santé publique, L.R.Q., c. S-2.2, art. 33 : 2o, 33 : 4o et 33 : 6o.

36 Par exemple, le fichier des décès du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) permet d'enregistrer jusqu'à 10 causes secondaires liées au décès.

Wellman *et al.*, 2004 : 165). Advenant des changements dans le sens mentionné, il y aurait donc lieu d'effectuer une analyse de faisabilité pour améliorer le traitement du contenu de ces rapports.

Les auteurs concluent que les rapports d'accidents mortels ne sont pas, pour l'instant, une source efficiente de données pour fin de surveillance et proposent donc de poursuivre l'exploration d'autres pistes de solutions pour améliorer la surveillance des décès associés au bruit en milieu de travail. Celles-ci reposent notamment sur l'exploitation du fichier des lésions professionnelles de la CSST, fichier constitué des demandes d'indemnisations traitées par la CSST, ainsi que d'un fichier spécifique aux décès recensés par cet organisme public.

CONCLUSION

Le bruit apparaît, par suite de l'analyse des rapports d'enquête pour accidents mortels, comme une cause d'accidents dans au moins 17 cas. Or, tous ces événements auraient-ils pu être prévenus si les niveaux de bruit avaient été moins élevés? En éliminant cette cause, on peut certainement se questionner sur la possibilité d'éviter d'autres événements mortels. Entre 1990 et 2005, le facteur bruit a contribué à un accident mortel à au moins 17 reprises. Le bruit ambiant a nuit — sinon rendue impossible — la perception de signaux sonores avertisseurs de danger par les travailleurs décédés. Typiquement, l'événement est survenu alors que le travailleur œuvrait à proximité d'un véhicule en mouvement et qu'il n'a pas pu percevoir une alarme de recul, les cris d'un collègue, ou même le son émis par le moteur d'un camion.

La non-perception de signaux sonores est une cause d'accident pour laquelle des mesures préventives existent. Cela passe par la mise en place d'avertisseurs sonores efficaces en milieu de travail bruyant et réverbérant où véhicules et piétons circulent. Or, la réduction du bruit en milieu de travail répond plus directement à l'élimination à la source des dangers pour la protection de la santé, de la sécurité et de l'intégrité physique des travailleurs³⁷.

L'étude renforce concrètement la pertinence et la nécessité de réduire à la source le bruit en milieu de travail pour les bénéfices consécutifs sur l'écoute et la communication. Cette mesure est également appuyée par d'autres travaux publiés, dont ceux de Cordeiro *et al.* (2005), Smith (2003), Damongeot (1995), Moll Van Charante et Mulder (1990), Hoyos et Zimolong (1988), Suter (1987), Wilkins et Acton (1982), Jessel (1977), Cohen (1976). Cette mesure est d'autant plus pertinente que réduire le niveau de bruit dans un environnement est souvent techniquement possible, en agissant directement sur les machines ou sur les voies de propagation du bruit. L'encoffrement et les écrans acoustiques sont des exemples de moyens pour réduire le niveau de bruit auquel sont exposés des travailleurs (Canetto, 2006). De plus, les concepts mis en évidence par Héту (1993), à propos des incompatibilités possibles entre les capacités auditives d'un travailleur et les caractéristiques de l'environnement de travail où il œuvre, constituent des balises utiles pour structurer les interventions sur les environnements de travail bruyants.

Diminuer le bruit en milieu de travail permet également de prévenir la perte auditive, la fatigue, le stress, et même, dans certains contextes, la perte de performance des travailleurs. En outre, des enjeux économiques sont liés à la réduction du bruit en milieu de travail. La réduction des coûts liés aux accidents s'additionne à celle des coûts liés à la surdité professionnelle (Girard, 2007; Trottier, Leroux *et al.*, dans Roberge, 2004). Les indemnités de remplacement de revenu ou indemnités pour décès, les indemnisations pour surdité, l'assistance médicale et la réadaptation auditive, l'absentéisme, sont des exemples de coûts engendrés par la problématique du bruit en milieu de travail.

37. [Loi sur la santé et la sécurité du travail, chapitre II] « La mise à la disposition des travailleurs de moyens et d'équipements de protection individuels ou collectifs, lorsque cela s'avère nécessaire pour répondre à leurs besoins particuliers, ne doit diminuer en rien les efforts requis pour éliminer à la source même les dangers pour leur santé, leur sécurité et leur intégrité physique. » 1979, c. 63, a.3.
http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_2_1/S2_1.html

L'étude soutient la pertinence de mener des recherches plus approfondies sur le bruit en milieu de travail, les processus en cause dans la genèse d'accident et ses conséquences, par exemple, sur l'efficacité réelle des avertisseurs sonores dans les milieux de travail bruyants et réverbérant, sur le lien entre l'altération de « vigilance » causée par le bruit et le risque d'accidents, sur le rôle du bruit dans les accidents non mortels, et sur la protection réelle conférée par la réglementation en vigueur sur le bruit en milieu de travail.

Certes, d'autres contaminants présents dans les milieux de travail s'ajoutent comme facteurs de risque pour la santé et la sécurité des individus. La présente étude positionne toutefois le bruit comme un facteur peu considéré jusqu'à maintenant et dont la portée résonne de manière particulière.

LISTE DE RÉFÉRENCES

- ANGER, W. K., M. G. CASSITTO, Y. S. LIANG, R. AMADOR, J. HOOISMA, D. W. CHRISLIP, D. MERGLER, M. KEIFER, J. HORTNAGL, L. FOURNIER *et al.* (1993). *Comparison of performance from three continents on the WHO-Recommended Neurobehavioral Core Test Battery*. Environ Res 62, 125-147.
- ASSOCIATION QUÉBÉCOISE POUR L'HYGIÈNE, LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (Éd.) (2004). *Manuel d'hygiène du travail : du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque*. Mont-Royal, Modulo-Griffon, 738 p.
- AYRES, T. J. and R. R. BEYER (1994). *Effectiveness of truck backup alarms*. American Trucking Association Safety Management Council, National Meeting and Exhibition.
- BARETTO, S. M., A. J. SWERDLOW, P. G. SMITH and C. D. HIGGINS (1997). *A nested case-control study of fatal work related injuries among Brazilian steel workers*. Occupational and Environmental Medicine, 54 : 59.
- BELL, C. A., N. A. STOUT, T. R. BENDER and C. S. CONROY (1990). *Fatal occupational injuries in the United States, 1980 through 1985*. Journal of the American Medical Association, 263 (22) : 3047-3050.
- BELZILE, D., P.-A. PAQUET, R. MARTIN (2005). *Document soutien pour la grille de collecte - projet bruit - accidents mortels*. Ste-Marie, Direction de santé publique, Agence de santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches, 14 décembre 2005, 14 p.
- BERGER, E. H., L. H. ROYSTER, J. D. ROYSTER, D. P. DRISCOLL and M. LAYNE (ed.) (2000). *The Noise Manual*. Fifth edition, Fairfax (VA), AIHA Press, 796 p.
- BERGLUND, B., T. LINDVALL and D. H. SCHWELA (Eds.) (1999). *Guidelines for community noise*. Geneva: World Health Organization (WHO), 159 p.
- BLOUIN, S. et J. BOUTIN (2005). *Bilan de connaissances sur les dispositifs de détection de personnes lors des manœuvres de recul des véhicules dans les chantiers de construction*. Montréal, IRSST, 41 p., rapport no B-067, <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/B-067.pdf>.
- BOCK, M., H. LAZARUS and H. HOEGE (1983). *Effects of noise on the efficiency of danger signals*. In: Noise as a Public Health Problem, vol. 1, Turin (Italy).
- BOLIA, R. S. [s. d.] *The Effects of Hearing Protection on the Localization of Sound*. Air Force Research Laboratory's Human Effectiveness Directorate, <http://www.afrlhorizons.com/Briefs/Jun02/HE0201.html>, page consultée le 2005-04-07.
- BOLIA, R. S. and R. L. MCKINLEY (2000). *The Effects of Hearing Protectors on Auditory Localization : Evidence from Audio-Visual Target Acquisition*. International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics 2000, vol. 6, no 3, 309-319.

- BOTTOMS, D. J. and R. M. STAYNER (1985). *Noise and vibration in agriculture and forestry*. Proceedings of the Eight Joint Ergonomics Symposium, 9-12 September 1985, Silsoe (England).
- BOTWINICK, J. (1969). *Disinclination to venture response versus cautiousness in responding: Age differences*. J Genet Psychol, 115 : 55-62.
- BULZACCHELLI, M. T., J. S. VERNICK, G. S. SOROCK, D. W. WEBSTER and P. S. LEES (2008). *Circumstances of fatal lockout/tagout-related injuries in manufacturing*. American Journal of Industrial Medicine, October, 51 (10) : 728-734.
- BUSKIN, S. E. and L. J. PAULOZZI (1987). *Fatal injuries in the construction industry in Washington state*. Journal of the American Medical Association, 11 : 453-460.
- CANETTO, P. (2006). *Techniques de réduction du bruit en entreprise : quelles solutions? Comment choisir?* Paris, INRS, 123 p. (ED 962) (format PDF). [http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/ED%20962/\\$File/Visu.html](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/ED%20962/$File/Visu.html)
- CHABOT, A. et S. GIGNAC (2001). *Évaluation d'une intervention visant l'amélioration de l'audibilité des avertisseurs sonores dans un établissement*. Dans : Quimper, Parent et Gignac (2002), Programme d'intervention visant la diminution des conséquences de la surdité professionnelle. Rapport du comité du projet pilote Annexe C. Québec, Direction de santé publique de Québec.
- CHAU, N., G. C. GAUCHARD, C. SIEGFRIED, L. BENAMGHAR, J. L. DANGELZER, M. FRANCAIS, R. JACQUIN, A. SOURDOT, P. P. PERRIN and J. M. MUR (2004). *Relationships of job, age and life conditions with the causes and severity of occupational injuries in construction workers*. Int. Arch Occup Environ Health, Jan, 77 (1) : 60-66.
- CIATTONI, J. P. (1997). *Le bruit*. Toulouse, Édition Privat. Toulouse, 157 p.
- COHEN A. (1976). *The influence of company hearing conservation program on extra-auditory problems in workers*. Journal of Safety Research, 8 (4) : 146-162.

- COHEN, A. (1974). *Industrial noise and medical, absence and accident record data on exposed workers*. in : W. D. Ward (ed), *Proceedings of the International Congress on Noise as a Public Health Problem*, US Environmental Protection Agency, Washington (DC) *dans* : European Agency for Safety and Health at Work (2005), *Reducing the risks from occupational noise*. <http://osha.europa.eu/publications/reports/6805535>
- COHEN, A. (1973). *Industrial noise and medical, absence, and accident record data on exposed workers*. *Proceeding of International Congress on Noise as a Public Health Problem*, Washington (DC)
- COLEMAN, G. J., R. J. GRAVES, S. G. COLLIER, D. GOLDING, C. G. SIMPSON, K. F. SWEETLAND and C. F. TALBOT (1984). *Communications in noisy environments. Final Report*, Edinburgh, Institute of Occupational Medicine, 138 p. + annexes (Report No. TM/84/1) http://www.iom-world.org/pubs/IOM_TM8401.pdf
- COLEMAN, G. J., T. B. LEAMON and L. D. R. DAYTON (1980). *Auditory communication in the mining industry – Final Report on CEC*. Edinburgh, Institute of Occupational Medicine, 116 p. (Report No. TM/80/01) http://www.iom-world.org/pubs/IOM_TM8001.pdf
- CONSEIL DES DIRECTEURS DE SANTÉ PUBLIQUE (1998). *Bruit et surdité professionnelle – Document de réflexion sur les orientations provinciales du réseau de la santé et des services sociaux*. Québec, Conférence des régions régionales de la santé et des services sociaux, 31 p.
- CORDEIRO, R., A. P. G. CLEMENTE, C. S. DINIZ *et al.* (2005). *Occupational noise as a risk factor for work-related injuries*. *Rev. Saúde Pública*, 39 (3) : 461-466 http://www.scielo.br/pdf/rsp/v39n3/en_24801.pdf
- CSST (1996). *Manuel de codage*. Document interne, Commission de la santé et de la sécurité du travail, mis à jour le 2004-06-01.
- CSST (2009). *Cahier des charges 2010 du programme des services de santé au travail, Document préparatoire à la signature des ententes de gestion et d'imputabilité entre les agences de la santé et des services sociaux et les directions régionales de la Commission de la santé et de la sécurité du travail*. Montréal, Commission de la santé et de la sécurité du travail, novembre 2009, 50 p.
- DAMONGEOT, A. (1995). *Prévention des accidents dus à la non-perception des signaux sonores de danger. Cas du personnel à pied travaillant sur les chantiers de travaux publics ou sur les voies ferrées*, ND 1999, *Cahiers des Notes Documentaires*, INRS, 160, 388-398.
- DAVELUY, C., L. PICA, N. AUDET, R. COURTEMANCHE, F. LAPOINTE *et al.* (2000). *Enquête sociale et de santé 1998*. 2^e édition, Québec, Institut de la statistique du Québec, questionnaire auto-administré, (QAA80), consulté le 2008-09-03 à http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/sante/pdf_eldeq/Enq98_QAA.pdf

- DESBIENS, F. (1997). *Rapport d'enquête de l'accident mortel* (correspondance du directeur de la santé publique, de la planification et de l'évaluation avec la direction régionale de Chaudière-Appalaches de la CSST). Sainte-Marie, 2 p.
- DIAS, A, R. CORDEIRO (2007). *Attributable fraction of work accidents related to occupational noise exposure in a Southeastern city of Brazil*. Cad, Saúde Pública, 23 (7) : 1649-1655.
<http://www.scielo.org/pdf/csp/v23n7/16.pdf>
- DUCHON, J. C. and D. S. D. HUDOCK (1989). *Effects of Environmental Stressors on Vigilance Performance*. United States Department of the Interior, Bureau of Mines, Information Circular 9224.
- EDWORTHY, J. (1994). *The design and implementation of non-verbal auditory warnings*. Applied Ergonomics, 25 (4) : 202-210.
- EDWORTHY, J., S. LOXLEY and I. DENNIS (1991). *Improving auditory warning design: relationship between warning sound parameters and perceived urgency*. Human Factors, 33 (2) : 205-231.
- EDWORTHY, J., N. STANTON and E. HELLIER (1995). *Editorial: warning in research and practice*. Ergonomics, 38 (11) : 2145-2154.
- ENGLISH, G. W., RUSSO, F. A., MOORE, T. N., LANTZ *et al.* (2003). *Locomotive horn evaluation: effectiveness at operating speeds*. Kingston (Ontario), TranSys Research Ltd.
- EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2005). *Reducing the risks from occupational noise*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 85 p.
<http://osha.europa.eu/publications/reports/6805535>
- FERNANDEZ, J.-C. (1996). *Prévention des accidents causés par le recul des machines mobiles*. INRS/DA/CML/JCV/JCF, étude n° 2665.
- FLORU, R., J. C. CNOCKAERT (1994). *Effets non traumatiques du bruit sur la santé, la sécurité et l'efficacité de l'homme au travail, Étude bibliographique*. ND 1954, 1994, 30 p.
http://www.inrs.fr/hm/effets_non_traumatiques_bruit_sur_la_sante_la.html
- FRANKS, J. R. (1988). *Number of workers Exposed to Occupational Noise*. Seminars in Hearing, 9 (4) : 287-298, *In*: U.S. Department of Health and Human Services (1991) NIOSH Publications on Noise Hearing, Cincinnati, NIOSH, Div. Of Standards Development and Technology Transfer.

- FRANKS, J. R., M. R. STEPHENSON and C. J. MERRY (1996). *Preventing Occupational Hearing Loss – A Practical Guide*. Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), DHHS (NIOSH) publication n° 96-110, 1996, consultée le 2008-09-03 à <http://www.cdc.gov/niosh/96-110e.html>
- GAGNÉ, J.-P., H. T. QUOC, S. DENIS et M. LEBLANC (2000). *Rapport sur la conception de signaux sonores et sur la mesure inductive de la capacité de localisation auditive des avertisseurs sonores de danger en milieux industriels, Études et recherches / Rapport R-248*. Montréal IRSST, 110 p. http://www.irsst.qc.ca/htmfr/pdf_txt/R-248.pdf
- GASAWAY, D. C. (1997). *Unique hearing protection devices – The search for a balance*. Occupational Health & Safety, 66 (6) : 60-64.
- GIGUÈRE, C. and C. LAROCHE (2005). *Hearing Loss Prevention Program in the Military Environment*. Acoustique Canadienne, 33 (4) : 21-30.
- GIRARD, S. A., M. PICARD, A. C. DAVIS, M. SIMARD, R. LAROCQUE, T. LEROUX and F. TURCOTTE (2009). *Multiple work-related accidents: tracing the role of hearing status and noise exposure*. Occup Environ Med.; 66 (5) : 319-324.
- GIRARD, S. A., M. PICARD, M. SIMARD *et al.* (2004). *Étude exploratoire de la relation entre l'exposition au bruit en milieu de travail, la perte d'audition permanente et la sécurité routière*. Québec, Institut national de santé publique du Québec, 25 p.
- GIRARD, S. A., S. JEAN, R. LAROCQUE, M. SIMARD, A. SIMPSON, M. PICARD et F. TURCOTTE (2003a). *Problèmes de sécurité du travail attribuables à une perte d'audition en milieu de travail bruyant – Milieux de travail à risque*. Québec, Institut national de santé publique du Québec, 25 p. + annexes. <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/215-PerteAudition-MilieuxTravailARisque.pdf>
- GIRARD, S. A., S. JEAN, R. LAROCQUE, M. SIMARD, A. SIMPSON, M. PICARD et F. TURCOTTE (2003b). *Problèmes de sécurité du travail attribuables à une perte d'audition en milieu de travail bruyant – Le cas des événements multiples*. Québec, Institut national de santé publique du Québec, 21 p. + annexes. <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/214-PerteAuditionEvenementsMultiples.pdf>
- GIRARD, S. A., S. JEAN, R. LAROCQUE, M. SIMARD, A. SIMPSON, M. PICARD et F. TURCOTTE (2003c). *Problèmes de sécurité du travail attribuables à une perte d'audition en milieu de travail bruyant – Description de milieux de travail à risque – Document complémentaire*. Québec, Institut national de santé publique du Québec, 37 p. http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/216-PerteAudition_DocumentDeSoutien.pdf
- GIRARD, S. A., M. PICARD, S. JEAN, F. TURCOTTE, R. LAROCQUE et A. SIMPSON (2002). Audition et accidents du travail, *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*. vol. 63, (8), p. 622-633.

- GIRARD, S. A., M. PICARD, S. JEAN *et al.* (2000). *Fréquence des accidents du travail et condition auditive*. Travail et santé, 16 (4) : S-12 – S-16.
- GRAVES, R. J. (1982). *Ergonomics in practice*. The Annals of Occupational Hygiene, 33 (3) : 401-410.
- GUILLAUME, A., L. PELLIEUX, V. CHASTRES ET C. DRAKE (2001). *Comment traduire le degré d'urgence d'une alarme sonore non vocale*. ÉPIQUE 2001, Actes des Journées d'étude en Psychologie ergonomique, Nantes (France), 29-30 octobre 2001, pp. 97-102. <http://www.sfpsy.org/spe-grape/Actes-epique-2001-article-guillaume.pdf>
- GUINDON, C. (1996). *Pour des avertisseurs sonores efficaces – Résultats d'un projet de démonstration visant à rendre les avertisseurs sonores audibles pour les travailleurs*. Montréal, IRSST, 51 p., rapport n° R- 145. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-145.pdf>
- HAAS, E. and J. EDWORTHY (Eds.) (2003). *The ergonomics of sound*. Selections from HFES Annual Meetings 1985-2000, Santa Monica (CA), Human Factors and Ergonomics Society (HFES).
- HAAS, E. C. and D. J. G. CASAL (1995). *Perceived urgency of and response time to multi-tone and frequency-modulated warning signals in broadband noise*. Ergonomics, 38 (11) : 2313-2326.
- HAGER, L. D. (1992). *Didn't hear it coming... noise and hearing in industrial accidents*. Occupational Health & Safety, 71 (9) : 196-200.
- HAMON-CHOLET, S. et N. SANDRET (2007a). *Accidents et conditions de travail. Dans : Premières Informations et Premières Synthèses, Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (DARES), Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Emploi et le Ministère du Travail, des Relations sociales et de la Solidarité, n° 31.2, août 2007, 7 p.* <http://www.travail-solidarite.gouv.fr/IMG/pdf/2007.08-31.2.pdf>
- HAMON-CHOLET, S. et N. SANDRET (2007b). *Accidents et conditions de travail, Études et enquêtes, Documents pour les Médecins du Travail (DMT). n° 111 : 383-389, (TF 164).* [http://www.dmt-prevention.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/intranetobject-accesparreference/tf%20164/\\$file/tf164.pdf](http://www.dmt-prevention.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/intranetobject-accesparreference/tf%20164/$file/tf164.pdf)
- HARRIS, R. (1983). *The selection and specification of audible alarm signals*. In: Proceedings of Internoise 83. Edinburgh, UK: Institute for Acoustics; pp. 806-808. Inter-Noise.
- HAUS, R. (1985). *Loudness & brightness of warning signals*. Sound & Video Contractors, 1985, January 15 : 17-23.

- HÉTU, R. (IN MEMORIAM), QUOC, H. T., FORTIN and S. DENIS (1995). *Effets éventuels des protecteurs de tête sur la perception des avertisseurs sonores de danger en milieu de travail bruyant*. rapport final, Programme de recherche subventionné par IRSST (PE-93-11, 91-167).
- HÉTU, R. (1992). *S'entendre sur le bruit*. dans Réduire le bruit au silence, Colloque sur le bruit en milieu de travail, Groupe d'acoustique de l'Université de Montréal.
- HÉTU, R. (1994a). *The Hearing Conservation Paradigm and the Experienced Effects of Occupational Noise Exposure*. Acoustique Canadienne 22 (1) : 3-19.
- HÉTU, R. (1994b). *Human response to sound and its implication to safety*. Third International Congress on Air- and Structure-Borne Sound and Vibration, Montréal.
- HÉTU, R. et H. T. QUOC (1992). *Évaluation des capacités de détection auditive en milieu bruyant et intégration des personnes déficientes auditives*. Profil-Recherche PR-151, Montréal, IRSST, 2 p. http://www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_382.html
- HÉTU, R. (1993). *Capacités auditives, critères d'embauche et droits de la personne*. Groupe d'acoustique de l'université de Montréal, Acoustique Canadienne, 21 (2) 3-14.
- HILL, A. B. (1965). *The Environment and Disease: Association or Causation?* Proceedings of the Royal Society of Medicine, 58 (1965), 295-300.
- HOYOS, C. G. and D. B. ZIMOLONG (1988). *Chapter 11 : Hazard recognition and risk-taking behaviour*, In: Hoyos, C. G. and B. Zimolong (Ed.). *Advances in Human Factors/Ergonomics II; Occupational Safety and Accident Prevention*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 218 p.
- INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC en coll. avec le MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DU QUÉBEC et L'INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2006). *Portrait de santé du Québec et de ses régions 2006 : les statistiques - Deuxième rapport national sur l'état de santé de la population*. gouvernement du Québec, 659 p.
- INSTITUT NATIONAL DE LA SANTÉ ET DE LA RECHERCHE MÉDICALE (2005). *Cancer : Approche méthodologique du lien avec l'environnement*. Paris, janvier 2005, 93 p. <http://ist.inserm.fr/basisrapports/cancer2005.html>
- IREGREN, A., F. GAMBERALE, A. KJELLBERG (1996). *SPES : a psychological test system to diagnose environmental hazards*. Neurotoxicology and Teratology 18, 485-491.
- ISO/TS 15666:2003 (F). *Acoustique – Évaluation de la gêne causée par le bruit au moyen d'enquêtes sociales et d'enquêtes socio-acoustiques*. Genève, International Standard Organization (ISO), 15 p.

- JESSEL, M. (1977). *Inventing the future of noise control: acoustic comfort at workshop as well as at home*. Seville, 9th International Congress on Acoustics, Satellite Symposium Hearing and Industrial Noise Environments, 11-12 July 1977.
- JOHNSON, A. and R. W. PROCTOR (2004). *Attention : theory and practice*. Thousand Oaks (CA), Sage, 474 p. (voir : chapitre 4 - Auditory and Crossmodal Attention).
- KERR, W. A. (1950). *Accident proneness of factory departments*. Journal of Applied Psychology, 34 : 167-170.
- KILBURN, K. H., R. H. WARSHAW and B. HANSCOM (1992). *Are hearing loss and balance dysfunction linked in construction iron workers?* British Journal of Industrial Medicine, 49 (2) : 138-141.
- KJELLBERG, A. (1990). *Subjective, behavioral and psychophysiological effects of noise*. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 16 (suppl.) : 29-38.
- KRYTER, K. D. (1994). *The handbook of hearing and the effects of noise: Phvsiology. Psychology and Public Health*, San Diego (CA), Academic Press Ltd, 673 p.
http://elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/678771/description#description
- LAFLAMME, L., E. MENCKEL (1995). *Aging and occupational accidents. A review of the literature of the last three decades*, Safety Science, 21 : 145-161.
- LAROCHE, C. (1^{er} décembre 2004). *Les effets multiples du bruit sur la santé et la sécurité*. Journées annuelles de santé publique 2004. <http://www.inspq.qc.ca/jasp/archives/pdf/2004/20041201/01Bruit/JASP2004-Laroche-MefaitsduBruit.pdf>
- LAROCHE, C., M.-J. ROSS, L. LEFEBVRE et R. LAROCQUE (1995). *Détermination des caractéristiques acoustiques optimales des alarmes de recul*. Montréal, IRSST, 89 p., rapport n° R-117.
http://www.irsst.qc.ca/htmfr/pdf_txt/R-117.pdf
- LAROCHE, C. (1995). *Détermination des caractéristiques acoustiques optimales des alarmes de recul installées sur les véhicules lourds*. Semaine canadienne d'acoustique (1995, Québec, Québec). Acoustique canadienne/Canadian Acoustics, Cahier des actes, vol. 23, n° 3, p. 19-20.
- LAROCHE, C. (1995). *Détermination des caractéristiques optimales des alarmes de recul*. Phase 1 : inventaire des véhicules lourds des réglementations et des normes relatives aux alarmes de recul, Phase 2 : mesures sur le terrain et mise au point d'un modèle de propagation sonore. Montréal, IRRST.
http://www.irsst.qc.ca/fr/projet_2276.html

- LAROCHE, C., M.-J. ROSS, L. LEFEBVRE et R. LAROCQUE (1992). *Les alarmes de recul sont-elles sécuritaires?* Colloque « La santé et la sécurité dans la construction : où en sommes nous? », ASP Construction (1992, Montréal, Canada), p. 1-12.
- LAROCHE, C., R. HÉTU et A. L'ESPÉRANCE (1991). *Des alarmes de recul qui tuent!* Travail et santé, 7 (1) : 9-13.
- LAROCHE, C., McDUFF, H. T. QUOC et R. HÉTU (1990a). *Application d'un modèle de détection d'avertisseurs sonores en milieux de travail bruyants.* Groupe d'Acoustique de l'Université de Montréal.
- LAROCHE, C., R. HÉTU et J. NICOLAS (1990b). *Conception et validation d'un modèle informatisé de détection de signaux sonores avertisseurs de danger en milieux de travail bruyants.* Montréal, IRSST, Profil-recherche 115, 2 p. http://www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_115.html
- LARUE, M. 2002. *Planification 2003-2005 de la CSST en matière de prévention-inspection.* Consultation du Comité permanent CSST-MSSS, 6 décembre 2002, (Présentation PowerPoint), 16 p. (document non publié).
- LAST, J. M. (2004). *Dictionnaire d'épidémiologie.* Paris, EDISEM / Maloine, 306 p.
- LIEDTKE, M. 2002. *Specifying a general criterion for hearing protectors with the aim of ensuring good acoustic perception.* Noise & Vibration Worldwide, 33 (7) : 19-23, Résumé : http://www.hvbg.de/e/bia/fac/laerm/signal_audibility_engl.pdf
- LEE, J.-S. and KONG, D. (2006). *Investigation of hearing protection effects in an extreme noise environment with an alarm location problem.* International Journal of Industrial Ergonomics, 36 (8) : 685-693.
- LIPSCOMB, D. M. (1982). *Audibility and the law.* In : Kramer, M. B., Armbruster, J. M., eds. Forensic Audiology, Baltimore (MD) : University Park Press : 191-222, [Chapter 11].
- McKINLEY, R. L. and R. S. BOLIA (1998). *The effects of hearing protectors on reaction times in audio-visual target acquisition.* Proceedings of the 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney (Australia), 205-208.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (2003). *Programme national de santé publique 2003-2012.* Québec, 133 p. <http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2002/02-216-01.pdf>
- MELAMED, S., YITZHAK F. and P. FROOM (2004). *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, 46 (10) : 1023-1032.

- MELAMED, S., J. Y. LUZ and M. S. GREEN (1992). *Noise exposure, noise annoyance and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers-The cordis study*. *Isr J. Med Sci*, 28 : 629-635.
- MÉLANÇON, J. (2005). *Faire machine arrière. Sur un chantier, un travailleur est écrasé par un chargeur articulé*. *Prévention au travail*, p. 32.
- MILLER, B. C. (1988). *Forklift safety by design*. *Professional Safety*, 18-21.
- MOLL VAN CHARANTE, A. and P. G. H. MULDER (1990). *Perceptual acuity and the risk of industrial accidents*. *American Journal of Epidemiology*, 131 (4), 652-663.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2001). *Le bruit au travail et le bruit ambiant, aide-mémoire n° 258*, février 2001, consulté le 2008-09-03 à <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/fr/>
- PARÉ, L., LEVASSEUR, M. (1998). Chapitre 14 : Problèmes auditifs et problèmes visuels. *Dans*: Institut de la statistique du Québec, *Enquête sociale et de santé 1998*. 2^e édition, Québec, pp. 997-312. http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/sante/pdf/e_soc98v2.pdf
- PASSCHIER-VERMEER, W. and W. F. PASSCHIER (2000). *Noise exposure and public health*. *Environmental Health Perspectives*, 108, Supplement 1.
- PICARD, M., S. A. GIRARD, M. SIMARD, R. LAROCQUE, T. LEROUX. and F. TURCOTTE (2008). *Association of work-related accidents with noise exposure 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 (5) :1644-1652.
- PIRES, A. (1993). *Recentrer l'analyse causale? Visages de la causalité en sciences sociales et recherche qualitative*. *Sociologie et sociétés*, vol. 25, n° 2, pp.191-209, Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal. http://classiques.ugac.ca/contemporains/pires_alvaro/recentrer_analyse_causale/recentrer_analyse_causale.pdf
- RAMSE, J. D. (1989). *Assessment of warnings based on an ergonomic accident sequence model*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 4, 195-199.
- ROBINSON, G. S. and J. G. CASALI (2000). *Speech communications and signal detection in noise*. in *The Noise Manual*, fifth edition, edited by E. H. Berger et al. American Industrial Hygiene Association, Fairfax (VA), chapitre 14, p. 567-600.

- ROSSIGNOL, M. et M. PINEAULT (1992). *Mortalité par accident de travail au Québec de 1981 à 1988*. Montréal, Département de santé communautaire, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, 134 p.
- SAARI, J. (1988). *Successful accident prevention*. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 14 (suppl. 1) : 121-123.
- SALMINEN, S. (2004). Have young workers more injuries than older ones? An international literature review. Journal of Safety Research, 35 (5) : 513-521.
- SANDFORD, F., K. S. PEARSONS and R. BENNETT (1974). *Prediction of aural detectability of noise signals*. Human Factors, 16 (4) : 373-383.
- SANMIQUEL, L., M. FREIJO, J. EDO and J. M. ROSSELL (2010). *Analysis of work related accidents in the Spanish mining sector from 1982-2006*. Journal of Safety Research, 41 (1) : 1-7.
- SESHAGIRI, B. and B. STEWART (1992). *Investigation of the audibility of locomotive horns*. American Industrial Hygiene Association, 53 : 726-735.
- SIMPSON, G. C. and G. J. COLEMAN (1998). *The development of a procedure to ensure effective auditory warning systems*. The Mining Engineer, May, 511-514.
- SMITH, A. (1990). *Noise, performance efficiency and safety*. International Archives of Occupational and Environmental Health, 62 : 1-5.
- SMITH, A. (1992). *The non-auditory effects of noise*. Occupational Health Review, 21-23.
- SMITH, G. (2001). *Public health approaches to occupational injury prevention: do they work?* Inj Prev., September, 7 (Suppl 1) : i3-i10.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1765411/pdf/v007p000i3.pdf>
- SMITH, A. P. (2003). *Noise, accidents, minor injuries and cognitive failures*. Proceedings of Noise as a Public Health Problems Conference, Rotterdam.
- SOROCK, G. S., G. S. SMITH, G. R. REEVE, J. DEMENT, N. STOUT, L. LAYNE and S. T. PASTULA. (1997). *Three perspectives on work-related injury surveillance systems*, American Journal of Industrial Medicine, 32 (2) :116-128.

- STELLMAN, J. M. (rédactrice en chef) (2000). *Encyclopédie de sécurité et de santé au travail*. 3^e édition française, traduction de la 4^e édition anglaise, Genève, Bureau international du Travail, 2000, vol. 1, chapitre 11, notamment p. 11.4, consulté le 2008-09-03 à <http://www.ilo.org/public/french/protection/safework/cis/products/encyclo/pdf/vol1/111senfa.pdf>
- STOUT, N. and E. L. JENKINS (1995). *Use of narrative text fields in occupational injury data*. In : *Proceedings of the International Collaborative Effort on Injury statistics*, vol 1 : DHHS Publ. No. (PHS) 95-1252. Hyattsville, National center for Health Statistics, 24-1-24-4. <http://www.cdc.gov/nchs/data/ice/ice95v1/c24.pdf>
- STOUT, N. (1998). *Analysis of narrative text fields in occupational injury data*. In : FEYER A. M., WILLIAMSON F. Occupational Injury: Risk, Prevention And Intervention, Bristol, Taylor & Francis, 277 p. (pp. 15-20).
- STOUT-WIEGAND, N. (1988). *Fatal occupational injuries in the United States in 1980-1984*. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 14 (suppl. 1) : 90-92.
- STRAUB, C. S. *Hearing loss and accidents*. Sound and Vibration, 1974, January : 22-23.
- SUTER, A. H. (1987). *Noise reduction can benefit speech communication and warning signal detection*. Inter-Noise. Beijing.
- SUTER, A. H. (1992). *Communication and job performance in noise: a review*. American Speech-Language-Hearing Association, 28 : 84 pages.
- SVENSSON, E. B., T. C. MORATA, P. NYLÉN, E. F. KRIEG *et al.* (2004). *Beliefs and attitudes among Swedish workers regarding the risk of hearing loss*. International Journal of Audiology, 43 : 585-593.
- TALAMO, D. C. (1985). The perception of machinery indicator sounds, Ergonomics, 25 (1) : 41-51.
- TAUPIN, J. P., J. P. BARBIER, H. J. SMOLICK, J. M. LEFAURE et F. JUSSELIN (1994). *L'audibilité d'un signal sonore lors du recul d'un signal est-elle le gage d'une sécurité efficace pour les signaleurs travaillant dans l'environnement proche?* Cahiers de Médecine Interprofessionnelle, 34 (4), 473-480.
- TROTTIER, M., T. LEROUX et J. E. DEADMAN (2004). *Le bruit*. Dans Association québécoise pour l'hygiène, la santé et la sécurité du travail (Ed), Manuel d'hygiène du travail : du diagnostic à la maîtrise des facteurs de signal, Mont-Royal (Québec), Modulo-Griffon, pp.159-183.
- TREMBLAY, C. et M. PICARD (1991). *Étude clinique des décalages de seuil vocal dans le bruit*. Audiology, 30, 212-240.

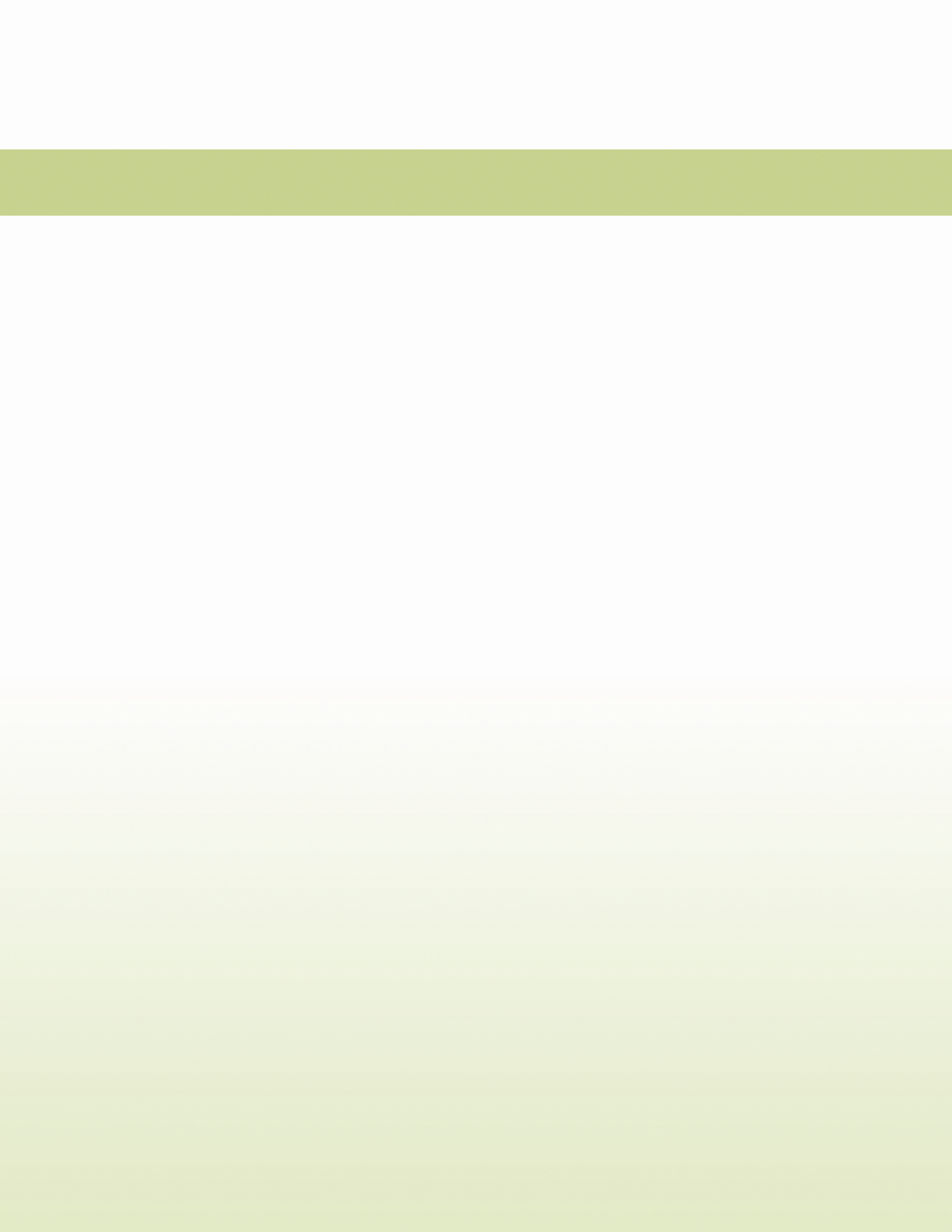
- TREISMAN, A. and G. GELADE (1980). A feature-integration theory of attention, *Cognitive Psychology*, 12 (1) :97-136.
- TURCOT, A. (2006). *Communication personnelle, rencontre avec les auteurs*. Commission de la santé et de la sécurité du travail, Direction de la prévention et de l'inspection, 17 mars 2006.
- U.S. DEPARTMENT OF LABOR; OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION (OSHA) (2005). *Innovative workplace safety accommodations for hearing-impaired workers*. Safety and Health Information Bulletin (SHIB 07-22-2005) <http://www.osha.gov/dts/shib/shib072205.html>
- VAN DIJK, F. J. H. (1990). *Epidemiological research on non-auditory effects of occupational noise exposure*. *Environ Int* 16 (special issue) : 405-409.
- VERBSKY, B. (2004). *Hearing aids + earmuffs : counter-intuitive hearing conservation*. Update - The Newsletter of the Council for Accreditation in occupational Hearing Conservation, Summer 2004, 16 (2) : 1 & 6.
- WELLMAN, H. M., M. R. LEHTO, G. S. M. SOROCK. and G. S. SMITH (2004). *Computerized coding of injury narrative data from the National Health Interview Survey*. *Accid Anal Prev.*, 36 (2) : 165-171.
- WILCOX, S. B. (1994). *Why forklift need signalling devices*. *Ergonomics in Design*, 17-20.
- WILKINS, P. A. and A. M. MARTIN (1978). *The effect of hearing protectors on perception of warning and indicator sounds – a general review*. Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton.
- WILKINS, P. A. (1981). *The Specification and use of industrial warnings sounds*. Inter-Noise, Amsterdam.
- WILKINS, P. A. and W. I. ACTON (1982). *Noise and accidents – a review*. *The Annals of Occupational Hygiene*, 25 (3) : 249-260.
- WILKINS, P. A. and A. M. MARTIN (1987). *Hearing protection and warning sounds in industry – a review*. *Applied Acoustics*. 21 : 267-293.
- WITHINGTON, D. J. 2000. *The use of directional sound to improve the safety of auditory warnings*. Proceedings of the IEA. XIVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association & 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, San Diego (CA), August 1, 2000.
- WITHINGTON, D. J. and S. E. PATERSON (1998). *Safer Sirens*. *Fire Engineers*, 58 (192) : 6-10.

- WITHINGTON, D. J. (1999). Chapter 2 : Localisable Alarms, In Stanton, N. A. and J. Edworthy (ed.) *Human factors in auditory warnings*. Aldershot, Ashgate Publishing, 375 p.
- WOJTCZAK-JAROSZOWA, J. and D. JAROSZ (1987). *Chronohygienic and Chronosocial Aspects of Industrial Accidents*, *Advances in Chronobiology*. Part B, 415-426.
- WORKERS'S COMPENSATION BOARD OF BRITISH COLUMBIA (2004). *Investigation of Accidents and Diseases. Reference Guide and Workbook*. Vancouver, WorkSafeBC, 45 p.
- WORKERS'S COMPENSATION BOARD OF BRITISH COLUMBIA, (2007). *Investigation of Accidents and Diseases. Reference Guide and Workbook*. Vancouver, WorkSafeBC, 45 p. (voir p. 39) http://www.worksafebc.com/publications/health_and_safety/by_topic/assets/pdf/investigatn_accdnt_dise_ase.pdf, consulté le 2008-09-22.
- ZHENG, Y., C. GIGUÈRE, C. LAROCHE, C. SABOURIN, A. GAGNÉ and M. ELYEA. (2007). *A Psychoacoustical Model for Specifying the Level and Spectrum of Acoustic Warnings Signals in the Workplace*. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 4, 87-98.
- ZWERLING, C., P. S. WHITTEN, C. S. DAVIS and N. L. SPRINCE (1997). *Occupational injuries among workers with disabilities: The National Health Interview Survey, 1985-1994*. *JAMA, The Journal of the American Medical Association*, 278, (24), 2163–2166.
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1508572>



ASSS *CA*

ANNEXES



ANNEXE 1 – DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES ACCIDENTS DE TRAVAIL MORTELS SURVENUS EN MILIEU DE TRAVAIL AU QUÉBEC ENTRE 1990 ET 2005

Tableau 1.1 : Travailleurs assurés décédés dans des accidents de travail selon le sexe

Année	Sexe		TOTAL	% de décès chez les travailleurs masculins
	Homme	Femme		
1990	180	12	192	93,8 %
1991	158	4	162	97,5 %
1992	125	7	132	94,7 %
1993	120	11	131	91,6 %
1994	136	6	142	95,8 %
1995	126	7	133	94,7 %
1996	99	2	101	98,0 %
1997	103	5	108	95,4 %
1998	125	9	134	93,3 %
1999	89	6	95	93,7 %
2000	103	4	107	96,3 %
2001	90	4	94	95,7 %
2002	106	3	109	97,2 %
2003	84	3	87	96,6 %
2004	82	3	85	96,5 %
2005	103	2	105	98,1 %
TOTAL	1829	88	1917	95,4 %

Source : CSST, Service de la statistique, données observées au 31 décembre 2005, fournies le 20 juin 2006.

**Tableau 1.2 : Travailleurs assurés décédés dans des accidents de travail selon la région administrative
Ensemble du Québec, période 1990-2005**

N° région	Région administrative	Total	
		1990-2005	%
1	Bas-Saint-Laurent	75	3,9 %
2	Saguenay–Lac-Saint-Jean	150	7,8 %
3	Québec	151	7,9 %
4	Mauricie et Centre–du-Québec	157	8,2 %
5	Estrie	79	4,1 %
6	Montréal	233	12,2 %
7	Outaouais	55	2,9 %
8	Abitibi-Témiscamingue	102	5,3 %
9	Côte-Nord	84	4,4 %
11	Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	57	3,0 %
12	Chaudière-Appalaches	137	7,1 %
13	Laval	75	3,9 %
14	Lanaudière	111	5,8 %
15	Laurentides	126	6,6 %
16	Montréal	312	16,3 %
99	Non attribué	13	0,7 %
	TOTAL	1917	100,0 %

NOTE : Données regroupées pour la Montérégie. Les données originales fournies étaient réparties par Direction régionale de la CSST.

Source : CSST, Service de la statistique, données observées au 31 décembre 2005, fournies le 20 juin 2006. Accidents mortels inscrits et acceptés.

Tableau 1.3 : Travailleurs assurés décédés à cause du travail (accidents et maladies) au Québec, entre 1990 et 2005, selon le nombre d'événements et les rapports d'enquête réalisés

Année	Période de maturation*	Total des décès	Décès par accident du travail	Décès par maladie professionnelle	Nombre d'événements mortels et de décès au cours de l'année (lorsque disponible)		Nb de rapports d'enquête (mortels et non mortels)	Source : Rapport annuel CSST pour l'année, sauf mention contraire
	a = 3 mois b = 15 mois				Nb d'événements	Nb de travailleurs décédés		
1990	a	185	147	38	94	94	68	pp. 74-75, note 5
	b	245	176	69				Rapport annuel 1991, p. 56
1991	a	147	112	35	82	83	60	pp. 74-75, note 5
	b	203	128	75				Rapport annuel 1992, p. 58
1992	a	111	84	27	60	65	n.d.	pp. 70-71, note 5
	b	160	101	59				Rapport annuel 1993, p. 51
1993	a	134	108	26	82	94	58	p. 67, note 5
	b	189	135	54				Rapport annuel 1994, p. 39
1994	a	130	98	32	81	85	69	p. 55, note 6
	b	178	111	67				Rapport annuel 1995, p. 42
1995	a	148	115	33	86	93	97	p. 57, note 6
	b	187	126	61				Rapport annuel 1996, p. 40
1996	a	95	72	23	64	71	66	p. 55, note 6
1997	a	202	109	93			54	p. 55, note 5 et p. 42
1998	a	208	134	74			67	p. 61, note 5 et p. 46
1999	a	164	95	69			75	pp. 68-69, note 5 et p. 54
2000	a	180	107	73			27	pp. 76-77, note 5 et p. 64
2001	a	180	94	86			45	pp. 74-75, note 5 et p. 63
2002	a	188	109	79		75	73	Données d'exploitation Rapport annuel 2003 ³⁸
2003	a	175	87	88			76	Données d'exploitation Rapport annuel 2003 ³⁹
2004	a	176	85	91			79	Données d'exploitation Rapport annuel 2005 ⁴⁰
2005	a	223	105	118			78	Données d'exploitation ³ Rapport annuel 2005
TOTAL							992	

* Période entre la production des données et la fin de l'année civile. Plus le délai est grand, plus les données devraient être valides.

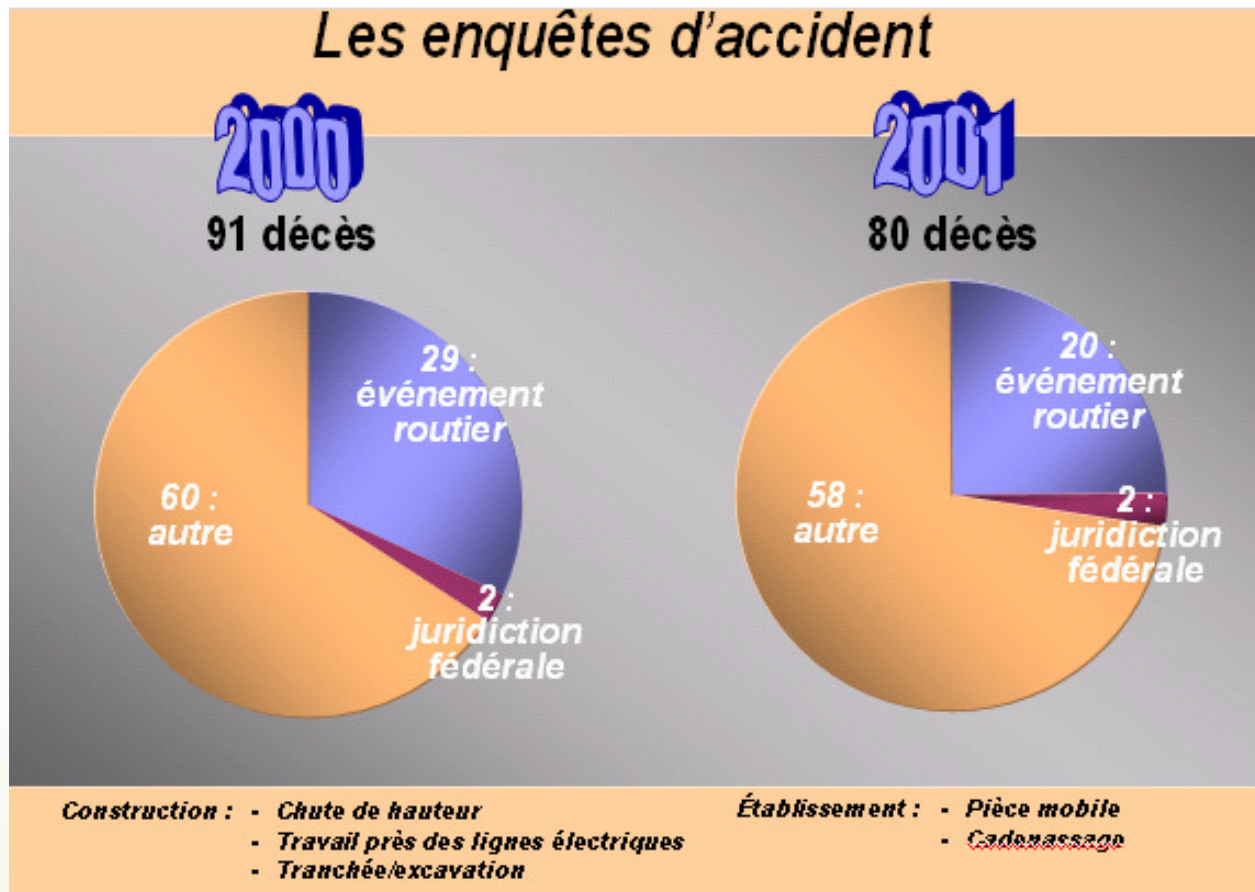
NOTE : tableau réalisé à partir des données disponibles.

38 http://www.csst.qc.ca/Portail/fr/qui_sommes_nous/rapport_annuel/rapport_annuel.htm

39 http://www.csst.qc.ca/portail/fr/qui_sommes_nous/rapport_annuel/rapport_donnees_2003.htm#readaptation
(page consultée le 23 juin 2009)

40 http://www.csst.qc.ca/portail/fr/qui_sommes_nous/rapport_annuel/donnees_expl_2005.htm#readaptation
(page consultée le 23 juin 2009)

Figure 1.1 : Répartition des décès enquêtés par la CSST en 2000 et 2001



Source : Larue, CSST, 2002

ANNEXE II – MÉTHODE D'ENQUÊTE À LA CSST : UN BREF APERÇU

Plusieurs considérations définissent la méthode d'enquête en vigueur à la CSST depuis 2000. Parmi elles, le travail préalable à la construction de « l'arbre des causes » et à la rédaction du rapport d'enquête est particulièrement d'intérêt pour l'étude.

En premier lieu, les inspecteurs recueillent les faits antécédents à l'accident, c'est-à-dire tous les éléments concrets y étant associés, qu'ils soient matériels, procéduraux, ou autres. Il s'agit alors de décortiquer les faits dans un ordre chronologique et logique afin de formuler « l'arbre des faits », préalable à « l'arbre des causes ». À ce niveau, un des postulats de l'enquête est que les faits recueillis sont de deux types :

- Ceux qui présentent un caractère inhabituel par rapport au déroulement du travail (en effet, si tout s'était passé comme d'ordinaire, l'accident ne se serait pas produit);
- Ceux qui présentent un caractère permanent et qui prennent une part active à la survenue de l'accident par l'intermédiaire ou avec le concours de faits inhabituels.

Néanmoins, distinguer l'habituel de l'inhabituel n'est pas toujours possible, notamment parce que la conséquence accidentelle elle-même peut être ce qui donne à un fait son côté inhabituel. Ceci dit, la collecte des faits mène plus clairement au tri des éléments d'enquête, selon qu'ils sont **essentiels** ou **accessoirs** dans l'explication de l'événement. Pour effectuer ce tri, chaque fait recueilli est soumis à des questionnements pour préciser la place qu'il occupe dans l'explication du fait accidentel : Quelle est la cause directe du fait accidentel? Cette réponse (fait antécédent) est-elle **nécessaire** et **suffisante** pour expliquer le fait accidentel? Y avait-il d'autres causes?

Par la suite, l'inspecteur procède à l'identification des **faits essentiels**, ou **situations non sécuritaires (SNS)**, qui alimenteront l'énoncé des causes possibles de l'accident. Les faits dits essentiels sont à cette étape articulés entre eux afin d'établir les causes possibles de l'accident. « L'arbre des causes » ainsi créé, les analyses subséquentes sont documentées afin de déterminer si les causes relevées comme possibles se confirment, ou du moins s'avèrent parmi les plus probables.

Dans ce processus d'enquête, le rapport rédigé par les inspecteurs reprend les analyses propres aux faits dits essentiels en vue de conclure sur les causes de l'accident. Le rapport d'enquête type est généralement constitué de six sections :

- **Résumé du rapport;**
- **Organisation du travail** (structure générale de l'établissement, organisation de la santé et de la sécurité du travail);
- **Description de l'activité impliquée** (description du lieu de travail, description de l'activité impliquée lors de l'accident);
- **Accident : faits et analyses** (chronologie de l'accident, constatations et informations recueillies, énoncés et analyse des causes);

- **Conclusion** (causes de l'accident, autres documents émis lors de l'enquête);
- **Annexes** (information sur le travailleur, croquis ou schémas, rapports d'expertise, autres documents reliés à l'enquête).

Source : M. André Turcot, ingénieur, conseiller en prévention, CSST.

Autres références consultées

Centre patronal de santé et de sécurité au travail. Convergence. Revue de gestion de la santé-sécurité. *La CSST en quête des causes d'accidents*, vol. 20, n° 2, mai 2004, p. 12-13.

CONTACT : bulletin de liaison de la CSST et des associations d'employeurs et des associations syndicales. *Enquêtes d'accident : plus rien ne sera pareil*. N° 4, juin 1999.

MELANÇON, Julie. *Les accidents de travail sous la loupe des inspecteurs : prévention au travail*, Été 2006, vol 19, n° 3, p. 7-14.

ANNEXE III – GRILLE DE COLLECTE ET PANORAMAS DE SAISIE DE DONNÉES

Grille de collecte⁴¹

Administratif

N° du fichier

Date de l'événement

Année/mois/jour

Date de décès

Année/mois/jour

Région administrative ▼

Bas-Saint-Laurent

Saguenay–Lac-Saint-Jean

Capitale-Nationale

Mauricie

Estrie

Montréal

Outaouais

Abitibi-Témiscamingue

Côte-Nord

Nord-du-Québec

Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine

Chaudière-Appalaches

Laval

Lanaudière

Laurentides

Monterégie

Centre-du-Québec

Direction régionale (CSST) ▼

Rimouski

Chicoutimi

Saint-Félicien

Québec

Trois-Rivières

Sherbrooke

Montréal

Gatineau

Rouyn-Noranda

Val-d'Or

Sept-Îles

Baie-Comeau

Nord-du-Québec

Gaspé

New-Richmond

Saint-Romuald

Laval

Joliette

Saint-Jérôme

Longueuil

Saint-Jean-sur-Richelieu

Salaberry-de-Valleyfield

Saint-Hyacinthe

Granby

Sorel-Tracy

Annexes associées au rapport ▼

Oui

Non

Information non disponible

S. O.

Version
formulaire

Année/mois/jour

ID de l'inspecteur

Nombre d'annexes

Date/version rapport

Année/mois/jour

41 Les variables apparaissant en gris n'ont pas été documentées. Le plus souvent, l'information s'est avérée absente ou trop marginale dans les rapports d'enquête.

Organisation

Secteur d'activité économique	
Bâtiment et travaux publics	
Industrie chimique	
Forêt et scierie	
Mines, carrières et puits de pétrole	
Fabrication de produits en métal	
Industrie du bois (sans scierie)	
Industrie du caoutchouc et des produits en matière plastique	
Fabrication d'équipement de transport	
Première transformation des métaux	
Fabrication de produits minéraux non métalliques	
Administration publique	
Industrie des aliments et boissons	
Industrie du meuble et des articles d'ameublement	
Industrie du papier et activités connexes	
Transport et entreposage	
Commerce	
Industrie du cuir	
Fabrication de machines (sauf électriques)	
Industrie du tabac	
Industries textiles	
Autres services commerciaux et personnels	
Communications, transport d'énergie et autres services	
Imprimerie, édition et activités annexes	
Fabrication de produits du pétrole et du charbon	
Fabrication de produits électriques	
Agriculture	
Bonneterie et habillement	
Enseignements et services annexes	
Finances, assurances et affaires immobilières	
Services médicaux et sociaux	
Chasse et pêche	
Industries manufacturières diverses	

Mécanismes de gestion

- ☐ CSS
- ☐ Syndicat
- ☐ Mutuelle de prévention
- ☐ Programme de prévention
- ☐ Programme de formation
- ☐ Apprentissage sur le tas
- ☐ Aucun

Type d'organisation

Nombre d'employés réguliers

Événement

Heure de l'accident

Moment de la journée	▼
Matin	
Après-midi	
Soirée	
Nuit	

Genre d'accident	▼
Frappé par/écrasé	
Chute	
Effort/réaction	
Autre	

Lieu de l'accident	▼
Bâtiment, intérieur usine	
Route (circulation routière)	
Entrepôt, garage, cour, aires de circulation, stationnement	
Chantier	
Forêt, champ	

Fait accidentel (contexte, action en cours, accident)

Conditions environnement physique

Communication fonctionnelle	▼
Oui	
Non	
Information non disponible	
S. O.	

Sources de bruit

Présence d'équipements, machineries, outils dans l'aire de travail ▼
Oui
Non
Information non disponible
S. O.

Liste des sources de bruit	Description	Nombre de sources	En fonction au moment de l'accident	Impliqué directement dans l'accident	Obligation d'un avertisseur (norme)	Avertissement sonore fonctionnel
⬇	⬇	⬇	⬇	⬇	⬇	⬇
			Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.
			Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.
			Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.
			Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.
			Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.
			Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.	Oui Non Information non disponible S. O.

Accidenté

Âge

Type d'emploi

Nombre d'années d'expérience

dans l'emploi
dans l'entreprise

Sexe	▼
M	
F	

Tâche habituelle (fait accidentel)	▼
Oui	
Non	
Information non disponible	

Durée

Formation en lien avec la tâche

Entraves Audition

Enquête

Cause possible 1

Cause possible 2

Cause possible 3

Cause possible 4

Cause possible 5

Conclusion cause 1	▼
Rejetée	
Retenue	
Retenue comme probable	

Conclusion cause 2	▼
Rejetée	
Retenue	
Retenue comme probable	

Conclusion cause 3	▼
Rejetée	
Retenue	
Retenue comme probable	

Conclusion cause 4	▼
Rejetée	
Retenue	
Retenue comme probable	

Conclusion cause 5	▼
Rejetée	
Retenue	
Retenue comme probable	

Bruit

Bruit mentionné ou non	▼
Oui	
Non	
Information non disponible	
S. O.	

Ouvrir sous formulaire

N° de fichier

SOUS-FORMULAIRE

Bruit non mentionné explicitement

Bruit non mentionné

Milieu versus bruit (descriptif)

Critères pour considérer

- ☐ Frappé par ☐ Alarme sonore ou autre indice acoustique
- ☐ Effort et réaction
- ☐ Équipements, machineries, outils bruyants

Aurait pu être considéré?	▼
Oui	
Non	
Probable	

Impact potentiel sur causes

Impact potentiel sur les causes...	▼
Aurait changé les causes	
N'aurait pas changé les causes	
Impact indéterminé	

Bruit mentionné explicitement

Angle abordé

☐ Ambiance sonore

☐ Capacités auditives

☐ Protection auditive

☐ Signaux sonores

Aspect temporel du bruit

Mesure
capacité
auditive

Précisions

☐ Alarme sonore
☐ Klaxon
☐ Système de communication
vocale

Mentionné où?

☐ Directement
☐ Indirectement
☐ De façon générale

Mesure (autre)

Mentionné où?

☐ Directement
☐ Indirectement
☐ De façon générale

Mentionné où?

Parmi
quelles
causes?

☐ Directement
☐ Résultat d'une capacité
☐ Indirectement
☐ De façon générale

Mentionné où?

Parmi
quelles
causes?

Mentionné où?

Parmi
quelles
causes?

Niveau de bruit

Mentionné où?

☐ Directement
☐ Indirectement
☐ De façon générale

Parmi
quelles
causes?

Notes complémentaires sur
bruit mentionné

Conclusion de l'enquête par rapport au bruit

Conclusion bruit-accident	▼
Rejetée	
Retenue	
Retenue comme probable	

Impact bruit	▼
Bruit causal	
Bruit contributif	
S. O.	

Mesure du bruit

Producteur de la mesure

- ☐ Inspecteur

Type de mesure

Conclusion mesure ▼
Rejetée
Retenue
Retenue comme probable

Impact bruit mesure ▼
Bruit causal
Bruit contributif
S. O.

- ☐ Technique en hygiène
du travail en CLSC (CSSS)

Type de mesure

Conclusion mesure ▼
Rejetée
Retenue
Retenue comme probable

Impact bruit mesure ▼
Bruit causal
Bruit contributif
S. O.

Type de rapport ▼
Verbal
Écrit
S. O.

En annexe? ▼
Oui
Non
Information non disponible
S. O.

- ☐ Hygiéniste du travail
en CLSC (CSSS)

Type de mesure

Conclusion mesure ▼
Rejetée
Retenue
Retenue comme probable

Impact bruit mesure ▼
Bruit causal
Bruit contributif
S. O.

Type de rapport ▼
Verbal
Écrit
S. O.

En annexe? ▼
Oui
Non
Information non disponible
S. O.

☐ Hygiéniste du travail
de la DSP

Type de mesure

Conclusion mesure ▼
Rejetée
Retenue
Retenue comme probable

Impact bruit mesure ▼
Bruit causal
Bruit contributif
S. O.

Type de rapport ▼
Verbal
Écrit
S. O.

En annexe? ▼
Oui
Non
Information non disponible
S. O.

☐ Consultant externe
de la DSP

Type de mesure

Conclusion mesure ▼
Rejetée
Retenue
Retenue comme probable

Impact bruit mesure ▼
Bruit causal
Bruit contributif
S. O.

ID consultant externe

Type de rapport ▼
Verbal
Écrit
S. O.

En annexe? ▼
Oui
Non
Information non disponible
S. O.

Titre d'expertise

Panoramas de saisie des données de l'étude

Bloc 1

GRILLE DE CUEILLETTE BRUIT-ACCIDENTS MORTELS

Version formulaire

Administratif

No du fichier

Région administrative

Annexes associées au rapport

Date de l'événement:

Direction régionale (CSST)

Date de décès

ID de l'inspecteur

Date/version rapport

Nombre d'annexes

Organisation

Secteur d'activité économique

Type d'organisation

Nombre d'employés réguliers

CSS

Syndicat

Mécanismes de gestion

Mutuelle de prévention

Prog. prévention

Prog. de formation

Apprentissage sur le tas

Aucun

Événement

Heure de l'accident

Moment de la journée

Genre d'accident

Lieu de l'accident

Fait accidentel (contexte, action en cours, accident)

Conditions environnement physique

Communication fonctionnelle

Sources de bruit

Présence d'équipements, machineries, outils dans l'aire de travail

Liste des sources de bruit	Description	Nombre de source	En fonction au moment de l'accident	Impliqué directement dans l'accident	Obligation d'un avertisseur sonore (norme)	Avertisseur sonore fonctionnel
		0				
		0				
		0				
		0				
		0				
		0				

Accidenté

Âge:

Type d'emploi

Nombre d'années d'expérience

Sexe

Tâche habituelle (fait accidentel)

Durée exposition

Formation en lien avec la tâche

Entraves audition

L'enquête	
Cause possible 1 	Conclusion cause 1
Cause possible 2 	Conclusion cause 2
Cause possible 3 	Conclusion cause 3
Cause possible 4 	Conclusion cause 4
Cause possible 5 	Conclusion cause 5
Le bruit	
Bruit mentionné ou non	
Ouvrir sous formulaire bruit	

Enr : 1 sur 1

no de fichier	
Bruit non mentionné	
Milieu versus bruit	
Critères pour considérer	
☒ Frappé par	☒ Alarme sonore ou autre indice acoustique
☒ Effort et réaction	
☒ Équipements, machineries, outils bruyants	
Aurait pu être considéré ?	
Impact potentiel sur causes	

Bruit mentionné			
Angle abordé ☐ Ambiance sonore ☐ Capacités auditives ☐ Protection auditive ☐ Bruit protecteur			
Aspect temporel du bruit 	Mesure capacité auditive 	Précisions 	☐ Alarme sonore ☐ Klaxon ☐ Système de communication vocale
Mentionné où ? ☐ Directement ☐ Indirectement ☐ De façon générale		Mentionné où ? ☐ Directement ☐ Indirectement ☐ De façon générale	Mentionné où ? ☐ Directement ☐ Indirectement ☐ De façon générale
Parmi quelle(s) cause(s) 	Mesure (autre) 	Parmi quelle(s) cause(s) 	Parmi quelle(s) cause(s)
Niveau de bruit 	Résultat mesure capacité 	De façon générale 	De façon générale
Notes complémentaires sur bruit mentionné 			

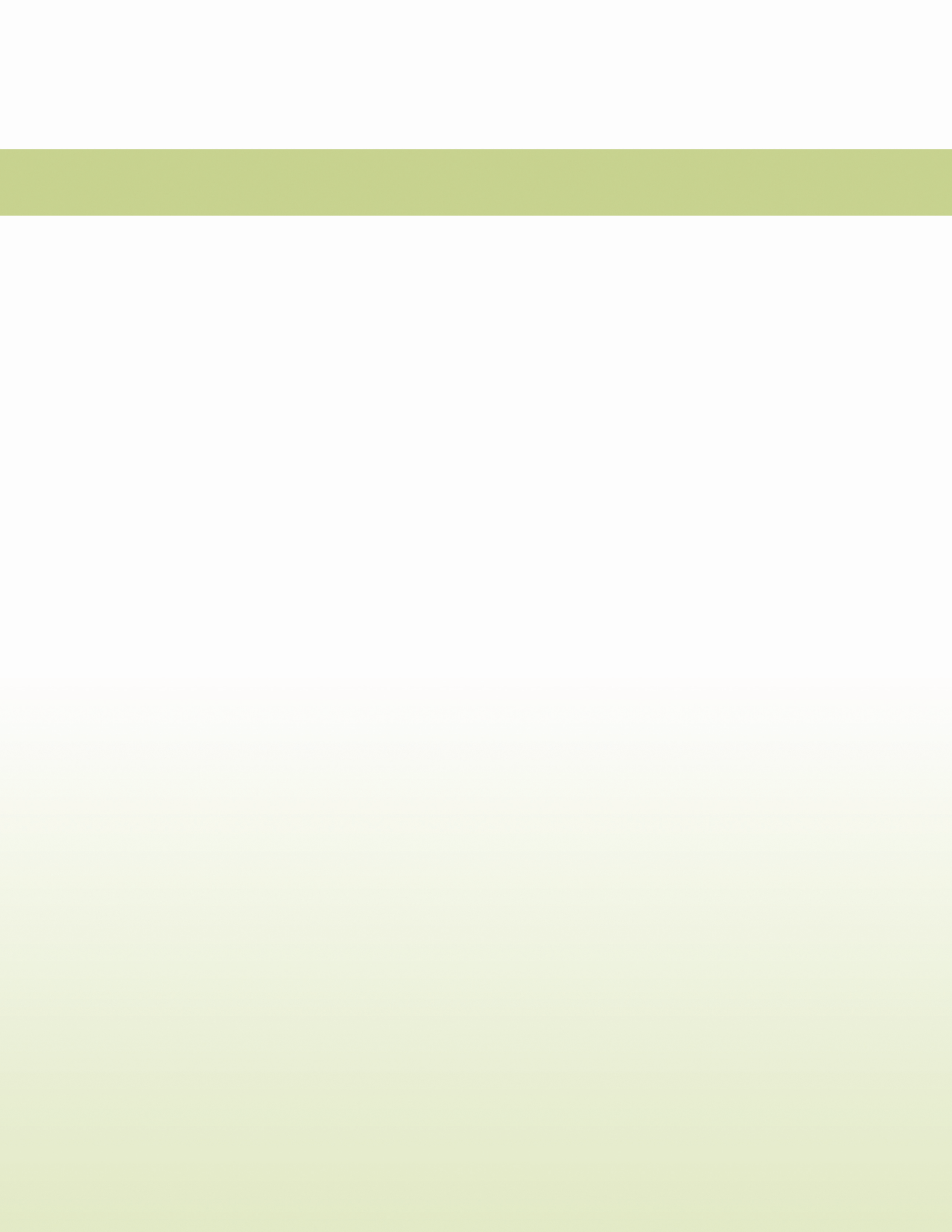
Conclusion de l'enquête versus le bruit			
Conclusion bruit-accident		Impact bruit	
La mesure du bruit			
Producteur de la mesure			
☐ Inspecteur	Type de mesure 	Conclusion mesure 	Impact bruit mesure
☐ Tech en hygiène du travail en CLSC (CSSS)	Type de mesure 	Conclusion mesure 	Impact bruit mesure
☐ Hygiéniste du travail en CLSC (CSSS)	Type de mesure 	Conclusion mesure 	Impact bruit mesure
	Type de rapport 		
	En annexe ? 		

☐ Hygiéniste du travail de la DSP		Type de mesure Type de rapport En annexe ?	Conclusion mesure Impact bruit mesure
☐ Consultant externe ID consultant externe Titre d'expertise		Type de mesure Type de rapport En annexe ?	Conclusion mesure Impact bruit mesure

Grille expert (AVIS)

[Retour au formulaire de départ](#)

Page :sur 1



ANNEXE IV – DONNÉES SUR LES 284 RAPPORTS D'ENQUÊTE ANALYSÉS DU BLOC PRINCIPAL (2000-2005)

Tableau 4.1 : Équipements en fonction au moment de l'accident dans l'aire de travail (machineries, outils)

Équipements en fonction	Nombre de rapports	%
Oui	161	56,7
Non	96	34,2
Information non disponible pour statuer	27	9,5
Total	284	100,0

Tableau 4.2 : Sources de bruit identifiées dans les rapports

« Brûleur de plaques »	Abatteuse
Abatteuse-groupeuse	Affûteuse
Autopelle à air comprimé	Bateau à moteur
Bétonnière à semi-remorque	Bobineuse
Buteur	Camion
Camion (<i>pickup</i>)	Camion « autopompe »
Camion 10 roues	Camion à benne
Camion à benne basculante	Camion à ordures
Camion à remorque	Camion atténuateur d'impact
Camion avec flèche de manutention et grappin	Camion épandeur de sable
Camion grue à flèche articulée et télescopique	Camion grue à flèche télescopique
Camion muni d'un appareil de levage à nacelle	Camion plate-forme
Camion pompe	Camion pompe à jet d'eau
Camion porteur	Camion remorque
Camion remorque bi-train	Camion sanitaire à chargement latéral
Camion semi-remorque	Chargeur
Chargeur articulé	Chargeur couplé à une souffleuse
Chargeuse à billots	Chargeuse sur roues
Chargeuse-pelleteuse	Chariot élévateur
Chariot élévateur à fourches	Chariot élévateur à poste de conduite éleable
Chariot élévateur au diesel	Chariot élévateur contrebalancé
Compacteur à rouleaux tandem	Compresseur à air
Concasreur	Convoyeur
Convoyeur à courroie	Convoyeur avec bobines
Convoyeur d'amenée des lattes	Convoyeur longitudinal de la benne du camion
Débardeur	Débardeur à câble
Débit de l'eau dans la fosse	Débiteuse à lames circulaires multiples
Débusqueuse	Déchiqueteuse
Déligneuse	Déligneuse-refendeuse à scies multiples
Démêleur	Dépanneuse
Dépanneuse avec systèmes hydrauliques	Dépoussiéreur
Écorceur	Élévateur
Embarcation motorisée	Épandeur à abrasifs
Essoreuse	Excavatrice

Fardier	Fendeuse
Flèche de manutention fixe, avec grappin à talon	Foreuse
Foreuse boutonneuse hydraulique électrique	Foreuse télécommandée
Fourragère	Grue
Grue forestière ou chargeuse	Grue hydraulique articulée de type « HIAB »
Machine à papier	Machine de redressement des châssis
Machine de type convoyeur	Machinerie de chaîne de production (automate)
Mélangeur	Mélangeur d'aliment programmable (avec commande)
Moissonneuse-batteuse	Monte-personne
Moulange	Niveleuse
Outils métalliques	Outils pour l'abattage d'arbre (crochet, levier)
Panneau d'étalement de coffrage	Paveuse
Pelle excavatrice	Pelle hydraulique
Pelle mécanique	Plate-forme élévatrice
Plate-forme élévatrice automotrice	Plate-forme élévatrice automotrice à ciseaux
Pompe de chargement	Pompe de transvasement
Pont roulant	Presse
Presse hydraulique	Presse mécanique
Raboteuse-déligneuse	Rame de métro
Rebobineuse	Remontée mécanique (télécabine)
Remorque	Remorque plate-forme
Rétro-excavatrice	Rouleau compacteur
Rouleau niveleur	Scie à béton
Scie à chaîne	Scie à refendre
Scie à ruban	Scie mécanique
Scie numérique	Scies jumelles
Séchoir	Soudeuse
Soudeuse-génératrice	Souffleuse
Système de pompage	Table d'assemblage
Tambour d'entraînement (remonte-pente)	Tamiseur
Tondeuse non autotractée	Tour à métal
Tracteur	Tracteur à remorque
Tracteur à semi-remorque	Tracteur agricole
Tracteur agricole avec remorque	Tracteur routier
Tracteur routier 10 roues	Train
Transporteur	Turbine
Turbine-alternateur	Véhicule de déneigement
Ventilateur	

ANNEXE V – DONNÉES SUR LES 161 RAPPORTS D'ENQUÊTE AYANT IDENTIFIÉ UNE SOURCE DE BRUIT (2000-2005)

Tableau 5.1 : Nombre de rapports d'enquête réalisés en milieu de travail bruyant selon la région sociosanitaire et la Direction régionale de la CSST (2000-2005)

Région sociosanitaire	Nombre de rapports	Bureau régional CSST	Nombre de rapports
Abitibi-Témiscamingue	11	Rouyn-Noranda	5
		Val-d'Or	2
		Information non disponible	4
Bas-Saint-Laurent	5	Rimouski	5
Capitale-Nationale	13	Québec	13
Mauricie-Centre-du-Québec	23	Trois-Rivières	23
Chaudière-Appalaches	11	Saint-Romuald	11
Côte-Nord	7	Sept-Îles	6
		Baie-Comeau	1
Estrie	8	Sherbrooke	8
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	7	Gaspé	5
		New Richmond	0
		Information non disponible	2
Lanaudière	12	Joliette	12
Laurentides	4	Saint-Jérôme	4
Laval	1	Laval	1
Montréal	26	Longueuil	11
		Saint-Jean-sur-Richelieu	4
		Salaberry-de-Valleyfield	4
		Saint-Hyacinthe	4
		Granby	3
		Sorel-Tracy	0
Montréal	15	Montréal 1	7
		Montréal 2	2
		Montréal 3	4
		Montréal 4	2
Outaouais	7	Gatineau	7
Saguenay-Lac-Saint-Jean	11	Chicoutimi	7
		Saint-Félicien	1
		Information non disponible	3
TOTAL	161	TOTAL	161

**Tableau 5.2 : Nombre de rapports d'enquête réalisés en milieu de travail bruyant selon le SAE
de l'établissement concerné entre 2000 et 2005**

Groupe prioritaire	Secteurs d'activité économique (SAE)	Nombre de rapports	%
I	Bâtiment et travaux publics	31	19,3
	Fabrication de produits en métal	5	3,1
	Forêt et scierie	28	17,4
	Industrie chimique	1	0,6
	Mines, carrières et puits de pétrole	12	7,5
II	Fabrication de produits minéraux non métalliques	2	1,2
	Industrie du bois (sans scierie)	10	6,2
III	Administration publique	2	1,2
	Industrie des aliments et boissons	7	4,3
	Industrie du meuble et des articles d'ameublement	1	0,6
	Industrie du papier et activités connexes	5	3,1
	Transport et entreposage	9	5,6
IV	Commerce	12	7,5
	Fabrication de machines (sauf électriques)	1	0,6
	Industries textiles	2	1,2
V	Communications, transport d'énergie et autres services	2	1,2
	Autres services commerciaux et personnels	12	7,5
	Fabrication de produits du pétrole et du charbon	1	0,6
	Imprimerie, édition et activités annexes	1	0,6
VI	Agriculture	11	6,8
	Chasse et pêche	1	0,6
	Industries manufacturières diverses	5	3,1
Total		161	100,0

Tableau 5.3 : Taille des milieux de travail bruyants où un rapport d'enquête pour accident mortel a été réalisé entre 2000 et 2005

Nombre de travailleurs	Nombre de rapports	%
1 à 10	38	23,6
11 à 20	21	13,0
21 à 30	14	8,7
31 à 50	16	9,9
51 à 100	18	11,2
101 et plus	39	24,2
Inconnu, non précisé	15	9,3
TOTAL	161	100,0

Tableau 5.4 : Mécanismes de gestion présents dans les milieux de travail bruyants où un rapport d'enquête pour accident mortel a été réalisé entre 2000 et 2005

Mécanisme de gestion	Nombre de rapports	%
Comité de santé et de sécurité	65	40,4
Syndicat	28	17,4
Mutuelle de prévention	30	18,6
Programme de prévention	80	49,7
Programme de formation	23	14,3
Compagnonnage	32	19,9
Aucun mécanisme de gestion	41	8,7

Tableau 5.5 : Tâche habituelle de l'accidenté au moment de l'accident et formation liée à la tâche (2000-2005)

Tâche habituelle au moment de l'accident	Accidenté formé pour la tâche			Total	%
	Oui	Non	Donnée non disponible		
Oui	12	20	62	94	58,4
Non	6	6	8	20	12,4
Donnée non disponible	5	3	39	47	29,2
Total	23	29	109	161	100,0
%	14,3	18,0	67,7	100,0	

Tableau 5.6 : Expérience du travailleur décédé dans l'entreprise et dans l'emploi (2000-2005)

Nombre d'années d'expérience	Moyenne et écart type	Minimum	Maximum	Nombre de rapports
Dans l'entreprise	9,76 ($\pm$ 9,9)	0	50	84
Dans l'emploi	12,8 ($\pm$ 11,9)	0	50	74

Tableau 5.7 : Répartition des accidents mortels enquêtés selon le moment de survenue (2000-2005)

Moment de la journée	Nombre de rapports	%
Après-midi	61	37,9
Matin	65	40,4
Nuit	14	8,7
Soirée	19	11,8
Donnée non disponible	2	1,2
Total	161	100,0

Tableau 5.8 : Lieux de survenue des accidents mortels enquêtés dans des milieux de travail bruyants entre 2000 et 2005

Lieu de l'accident	Nombre de rapports	%
Aires de circulation : entrepôt, garage, cour, stationnement	62	38,5
Chantier	36	22,4
Bâtiment, intérieur d'usine	29	18,0
Forêt, champ	25	15,5
Route (circulation routière)	9	5,6
Total	161	100,0

Tableau 5.9 : Description du genre des accidents mortels enquêtés survenus dans des milieux de travail bruyants entre 2000 et 2005

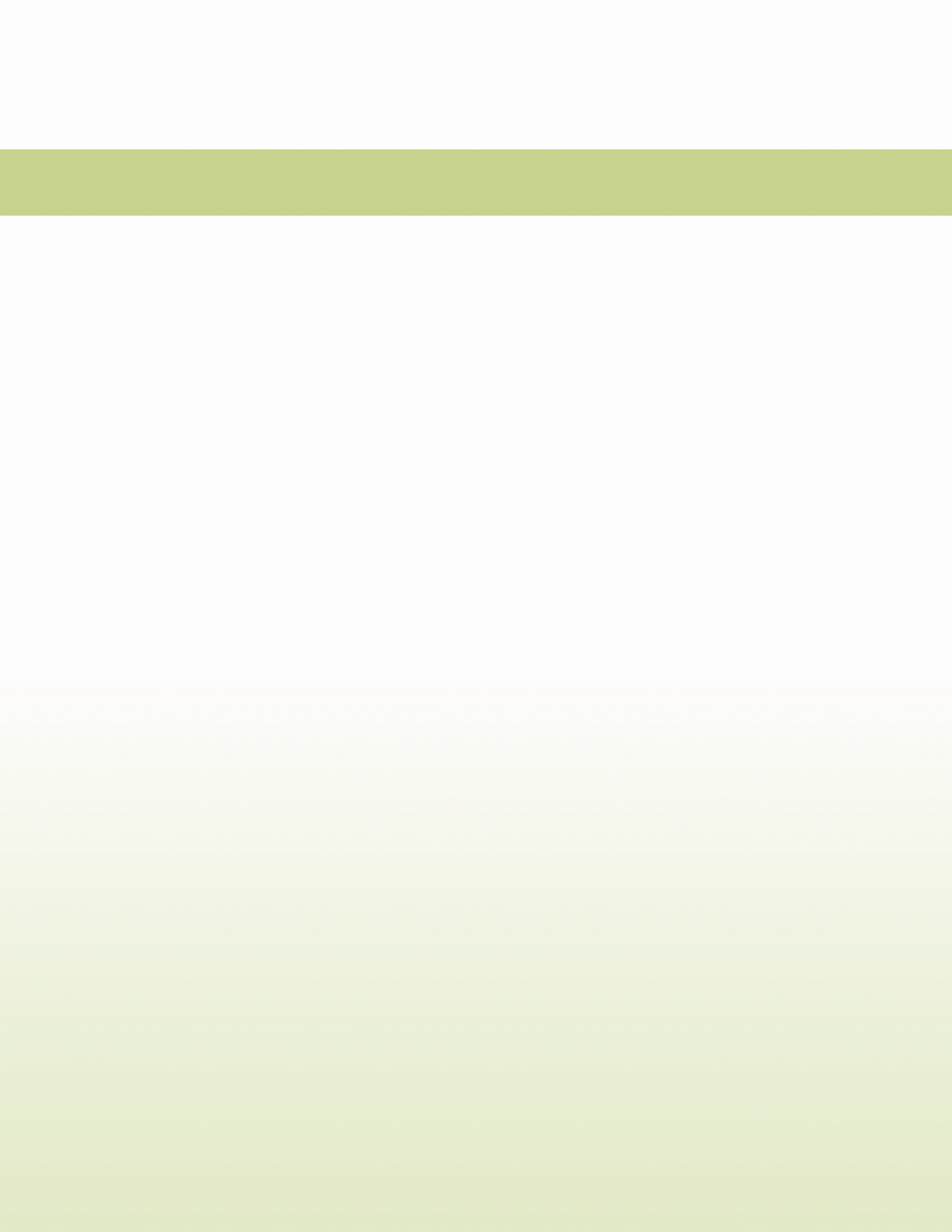
Genre d'accident	Nombre de rapports	%
Frappé par un véhicule	47	29,2
Frappé/écrasé par un objet	38	23,6
Coincé/entraîné	34	21,1
Chute	11	6,8
Autre	31	19,3
Total	161	100,0

Tableau 5.10 : Lieu de l'événement pour les accidents mortels enquêtés dans des milieux de travail bruyants où le travailleur a été frappé par un véhicule entre 2000 et 2005

Genre d'accident « frappé par un véhicule » selon le lieu de l'accident					
Bâtiment, intérieur usine	Chantier	Aires de circulation : entrepôt, garage, cour, stationnement	Forêt, champ	Route (circulation routière)	Total
3	12	23	3	6	47

Tableau 5.11 : Travailleur décédé à la position de conducteur du véhicule et selon la partie du corps où il a été frappé dans les milieux de travail bruyants entre 2000 et 2005

Conducteur du véhicule	Frappé dans le dos?		Total
	Oui	Non disponible	
L'accidenté	1	21	22
Autrui	7	18	25
Total	8	39	47



ANNEXE VI – APERÇU DES MENTIONS EXPLICITES DU FACTEUR BRUIT DANS LES RAPPORTS D'ENQUÊTE (2000-2005)

Bruit ambiant

« [...] la sirène de l'auto-patrouille n'est pas en fonction lors de l'opération [...] ».

« [...] 98 dBA lorsque machines en fonction [...] ».

« [...] la communication orale à distance est masquée par le bruit environnant et est entravée par la combinaison qui limite la transmission du son [...] ».

« La sirène se met en marche à l'arrêt de la vis d'alimentation, quand on doit changer la remorque de sciure de bois sous les dépoussiéreurs. Elle fait un bruit continu de 96 dBA. À l'endroit de l'accident, le niveau de bruit sans sirène est 84 dBA à cause des dépoussiéreurs. Il augmente à 86,5 dBA quand la sirène fonctionne [...] ».

« [...] le niveau de bruit ambiant au bâtiment est de l'ordre de 90 dBA [...] ».

« [...] le fonctionnement de la porte coulissante génère peu de bruit [...] porte généralement bouchons aux oreilles [...] ».

« [...] il ne se méfie pas de la chargeuse navette circulant à proximité, dont il peut assurément entendre le bruit [...] ».

« Le bruit du camion, qui recule en direction du préposé, n'est pas un signal d'alarme tout comme le bruit des voitures pour un piéton sur le trottoir. »

« [...] type diffus; en deçà 79,5 dBA, jusqu'à 90 dBA lors passage gros avions [...] ».

« [...] niveau de bruit est de 104 décibels à 1 m. du rouleau du séchoir [...] ».

Signaux sonores

« L'alarme sonore de recul du chariot élévateur fonctionnait bien ».

« La presse est arrêtée, il y a un avertisseur sonore de position de recul fonctionnel sur le chariot élévateur. Le signal sonore avertisseur est donc facilement audible. »

« La chargeuse disposait d'une alarme de recul. »

« Il active aussi une alarme sonore [...] ».

« [...] le transporteur n'était pas muni d'un avertisseur sonore automatique lors de la marche arrière [...] ».

« M. "A" n'entend pas le bruit émis par la rame courte qui démarre sur la voie de départ. »

« [...] le non-fonctionnement des systèmes de sécurité de base (alarme de recul, alarme de frein à main, etc.) sont des facteurs potentiels pouvant mettre en jeu la sécurité du personnel gravitant autour de ces équipements. »

« Les alarmes de recul des camions fonctionnaient. »

« [...] la sirène d'urgence n'est pas actionnée en cours de trajet; trois boutons servant à l'actionnement de la sirène sont disponibles et accessibles à chacun des occupants [...]. Le conducteur de l'autre véhicule impliqué n'a entendu aucun signal de sirène [...] ».

« [...] la pelle excavatrice est munie d'un avertisseur sonore (*travel alarm*) [...] bruit du moteur, 88 dbA et moteur + alarme 94 dbA ».

« Le klaxon automatique de recul du camion émet un signal de type pulsé [...] ».

« [...] klaxon non conforme à la norme : son continu et non pulsé ».

« Les faits révèlent que la cloche était activée et que les feux de position étaient allumés. Toutefois, ces dispositifs d'avertissement n'ont pas été suffisants pour alerter le travailleur de l'approche du train et ainsi lui faire prendre conscience du danger. »

« Le danger lié au travail sous un véhicule lourd est accru du fait [notamment] que les bruits environnants, par exemple le moteur en marche, peuvent camoufler les signaux avertissant du danger. »

Perte auditive (« capacités auditives, protecteurs auditifs individuels »)

« [...] M. "A" souffrait d'une certaine surdité [...] ».

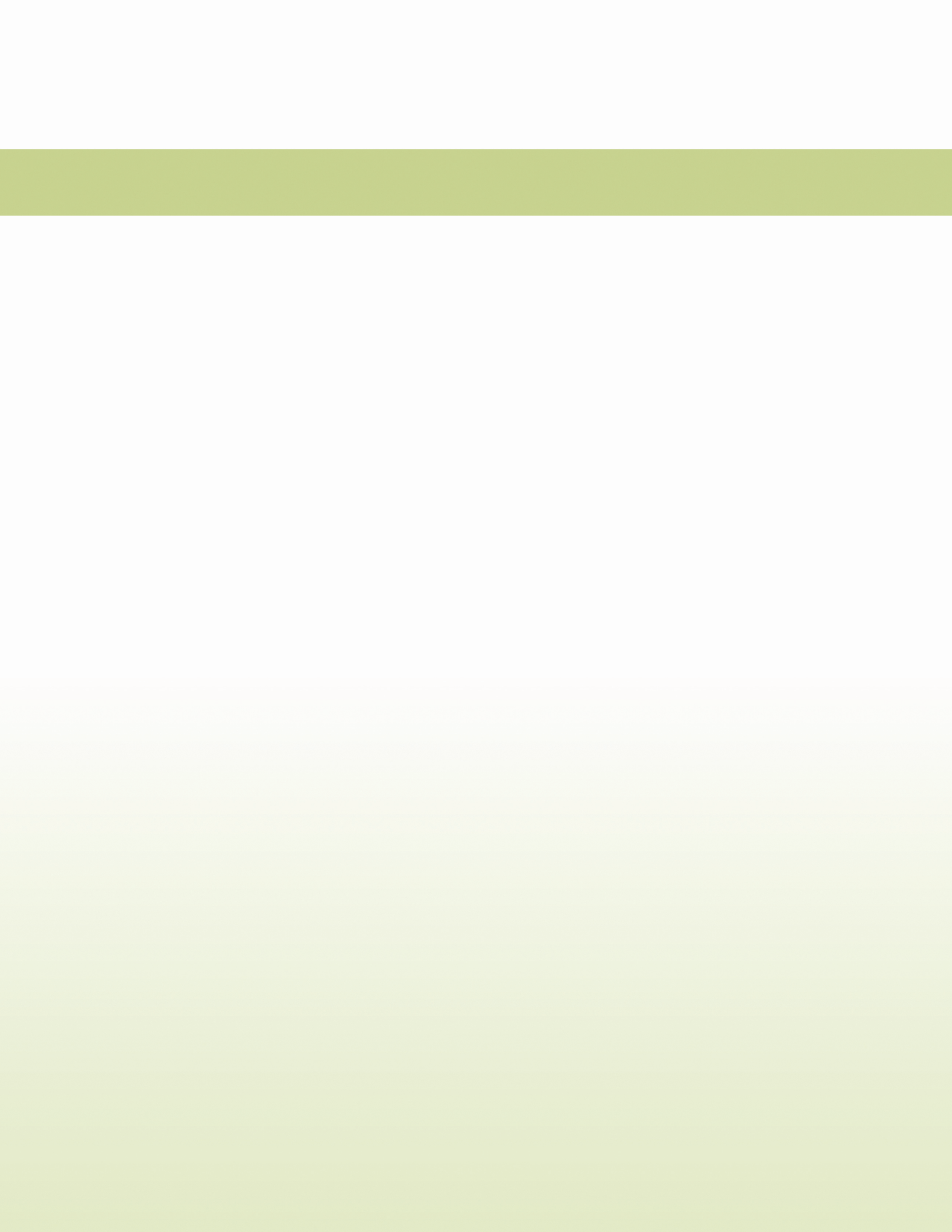
« [...] surintendant jouissait d'une ouïe normale. »

« [...] ouïe excellente [...] selon conjointe, et confirmé par médecin traitant [...] ».

« [...] porte des protecteurs auditifs [...] ».

« [...] Les travailleurs portent des équipements de protection individuels (ce qui inclut un casque). Selon un expert, ces équipements comportent des contraintes liées à la chaleur, la mobilité et la communication. [...] ».

« [...] porte généralement des bouchons aux oreilles [...] ».



ANNEXE VII – DONNÉES SUR LES 32 RAPPORTS D'ENQUÊTE AVEC MENTION DU BRUIT (2000-2005)

Tableau 7.1 : Nombre de rapports d'enquête où le bruit a été mentionné comme cause selon la région administrative et la direction régionale de la CSST (2000-2005)

Région administrative	Nombre de rapports	Bureau régional CSST	Nombre de rapports
Abitibi-Témiscamingue	1	Rouyn-Noranda	1
Bas-Saint-Laurent	3	Val-d'Or	
Capitale-Nationale	4	Rimouski	3
Mauricie-Centre-du-Québec	5	Québec	4
Chaudière-Appalaches	3	Trois-Rivières	5
Côte-Nord		Saint-Romuald	3
Estrie	1	Sept-Îles	
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine		Baie-Comeau	
Lanaudière	1	Sherbrooke	1
Laurentides	1	Gaspé	
Laval		New Richmond	
Montréal	6	Joliette	1
		Saint-Jérôme	1
		Laval	
		Longueuil	1
		Saint-Jean-sur-Richelieu	2
		Salaberry-de-Valleyfield	1
		Saint-Hyacinthe	2
		Granby	
		Sorel-Tracy	
Montréal	4	Montréal 1	2
		Montréal 2	
		Montréal 3	1
		Montréal 4	1
Outaouais	2	Gatineau	2
Saguenay-Lac-Saint-Jean	1	Chicoutimi	
		Saint-Félicien	
		Information non disponible	1
TOTAL	32	TOTAL	32

Tableau 7.2 : Nombre de rapports d'enquête ayant mentionné le bruit comme cause possible des accidents mortels au travail (2000-2005)

Groupe prioritaire	Secteurs d'activité économique (SAE)	Nombre de rapports	%
I	Bâtiment et travaux publics	8	25,0
	Fabrication de produits en métal	1	3,1
	Forêt et scierie	6	18,7
	Industrie chimique		
	Mines, carrières et puits de pétrole	3	9,3
II	Fabrication de produits minéraux non métalliques	2	6,2
	Industrie du bois (sans scierie)	1	3,1
III	Administration publique		
	Industrie des aliments et boissons	2	6,2
	Industrie du meuble et des articles d'ameublement		
	Industrie du papier et activités connexes	1	3,1
	Transport et entreposage	1	3,1
IV	Commerce	3	
	Fabrication de machines (sauf électriques)		
	Industries textiles		
V	Communications, transport d'énergie et autres services		
V	Autres services commerciaux et personnels	1	3,1
	Fabrication de produits du pétrole et du charbon	1	3,1
	Imprimerie, édition et activités annexes		
VI	Agriculture	1	3,1
	Chasse et pêche		
	Industries manufacturières diverses	1	3,1
Total		32	100,0

Tableau 7.3 : Nombre de rapports d'enquête avec mention du bruit comme cause possible des accidents mortels au travail selon le genre d'accident (2000-2005)

Genre d'accident	Nombre de rapports	%
Frappé par un véhicule	18	56,2
Frappé/écrasé par un objet	7	21,8
Coincé/entraîné	4	12,5
Autre	3	9,3
Total	32	100,0

Tableau 7.4 : Emploi du travailleur décédé dans les rapports d'enquête où le bruit a été mentionné comme cause possible (2000-2005)

Type d'emploi de l'accidenté	Nombre de travailleurs (rapports)
Aide conducteur d'une machine à papier	1
Travailleur forestier	3
Camionneur et opérateur de chargeuse à billots	1
Cariste	1
Commis-livreur	1
Conducteur de chariot élévateur	1
Conducteur de chariot élévateur — mécanicien de machine fixe remplaçant	1
Contremaître	3
Distributeur de journaux	1
Journalier	1
Mécanicien automobile	1
Mécanicien d'entretien	1
Mineur	1
Opérateur	1
Opérateur d'un concasseur	1
Opérateur de machine à blocs	1
Opérateur de métro	1
Opérateur de rouleau (note : pas d'annexe sur l'accidenté)	1
Pileur (scierie)	1
Pompier	1
Préposé à l'aréna	1
Préposé à la signalisation	1
Signaleur	1
Surintendant	1
Travailleur agricole	1
Travailleur de maintenance	1
Travaux publics (signaleur routier)	1
Tuyauteur au département de l'entretien	1
Total	32

Tableau 7.5 : Lieu de l'événement pour les accidents mortels enquêtés en milieu de travail bruyant où le travailleur a été frappé par un véhicule (2000-2005)

Bâtiment, intérieur d'usine	Chantier	Aires de circulation : entrepôt, garage, cour, stationnement	Forêt, champ	Route (circulation routière)	Total
	8	7	1	2	18

Tableau 7.6 : Travailleur décédé à la position de conducteur de véhicule et selon la partie du corps où il a été frappé dans les milieux de travail bruyants (2000-2005)

Conducteur du véhicule	Frappé dans le dos?		Total
	Oui	Non disponible	
L'accidenté	1	0	1
Autrui	6	11	17
Total	7	11	18

ANNEXE VIII – EXTRAITS DE QUATRE RAPPORTS D'ENQUÊTE DE LA CSST DU BLOC COMPLÉMENTAIRE (1990-1999)

4.4 Facteurs contributifs reliés au milieu de travail

Il est possible que la proximité de l'heure du dîner, la fatigue reliée au 20e voyage de la matinée, à la circulation assez dense sur cette route et au bruit du moteur de la niveleuse, aient contribué à la réalisation de l'accident. Mais il est difficile d'apprécier leur incidence. Ces conditions n'étaient pas anormales lors de l'accident si on les compare à la situation habituelle.

4.4 Facteurs contributifs reliés au milieu de travail

4.4.1 Le bruit

Dans ce milieu de travail, le port de protecteurs auditifs est requis. Le travail en milieu bruyant impose un stress supplémentaire. Pour un nouveau travailleur, il y a aussi une adaptation. La communication entre les travailleurs est réduite. Il faut développer différentes façons pour signaler quelque chose à un collègue de travail. À défaut de pouvoir le signaler verbalement ou autrement, une personne peut lancer un projectile vers quelqu'un sans avoir l'intention de le blesser. J'ai déjà constaté une telle situation, soit retourner une pièce de bois par l'arrière dans une scie en mouvement, dans une autre scierie. Un travailleur a posé un geste semblable avec une déligneuse à trois moments différents jusqu'au moment où survienne une lésion à un travailleur.

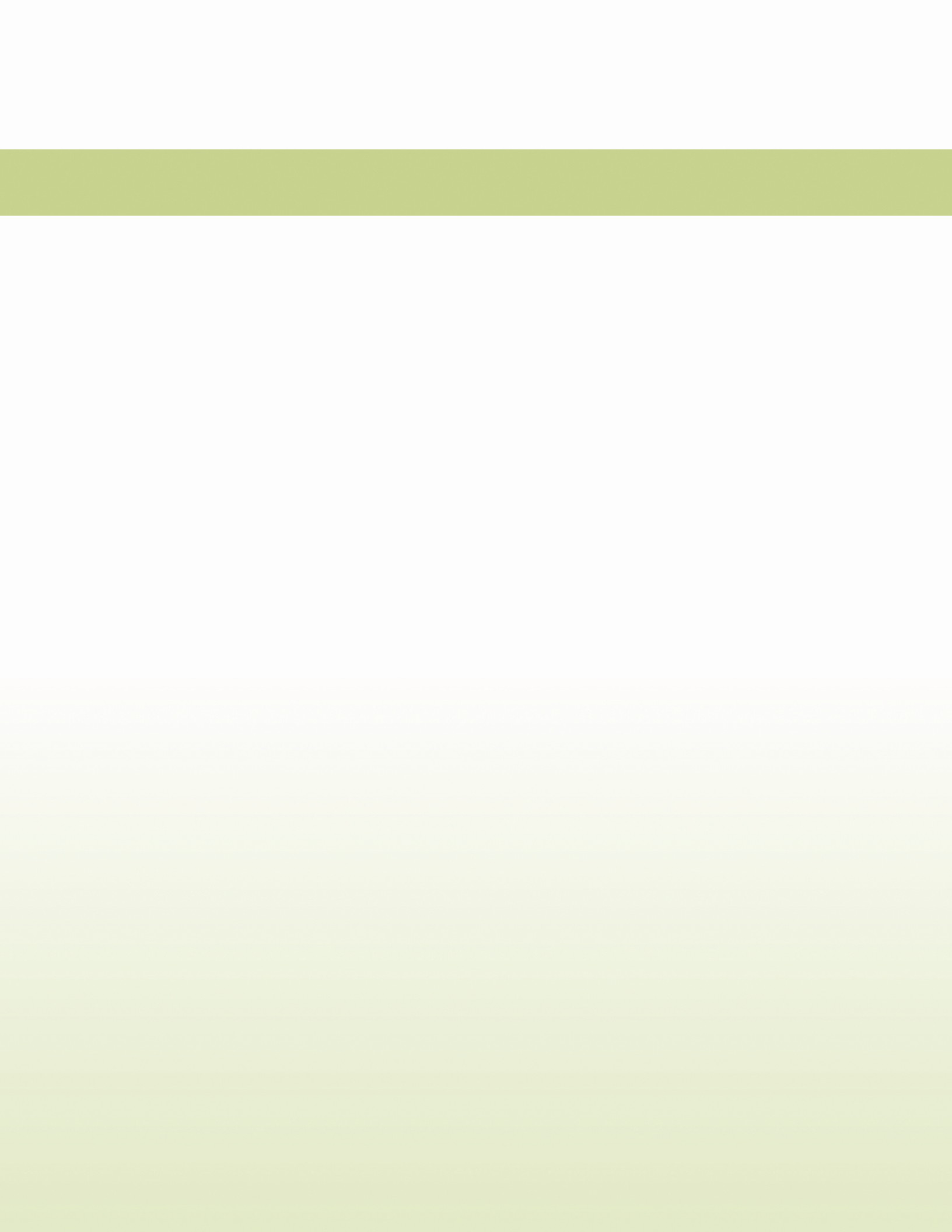
3.4 Facteurs contributifs

3.5.2 Le niveau de bruit élevé

Le niveau de bruit est élevé (85 dBA). Ce niveau de bruit élevé engendre une multitude de problèmes et risques associés à la communication entre les travailleurs. Il affecte la communication des travailleurs face à des situations risquées.

4.4 Facteurs contributifs reliés au milieu de travail

Si le cariste avait utilisé son klaxon en passant devant le bâtiment numéro 15, il aurait augmenté ses chances d'être vu et entendu.



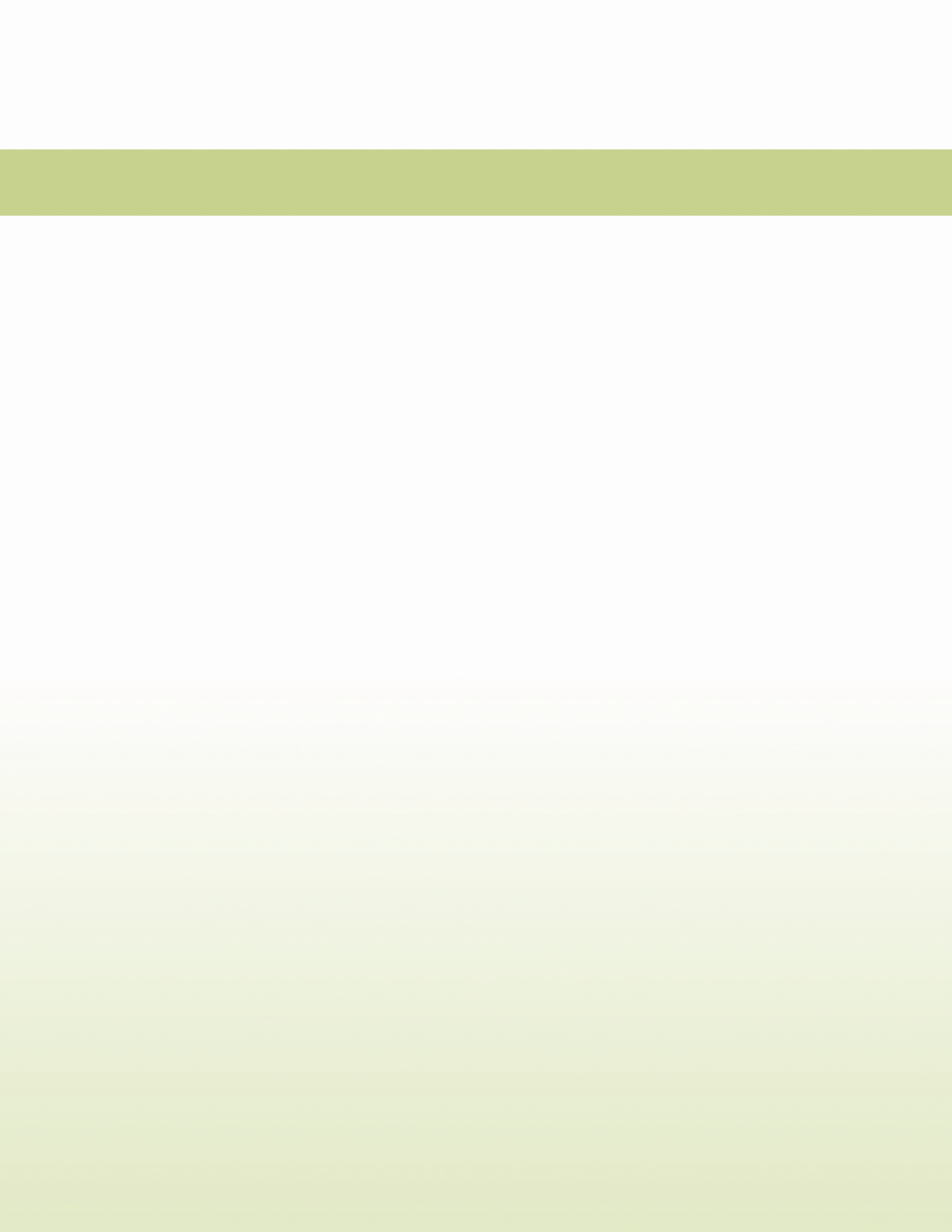
ANNEXE IX – DONNÉES SUR LES 35 RAPPORTS D'ENQUÊTE DU BLOC COMPLÉMENTAIRE AVEC MENTION DU BRUIT (1990-1999)

Tableau 8.1 : Nombre de décès (rapports d'enquête) avec mention du facteur bruit selon la région administrative

Région administrative	Nombre de rapports d'enquête
Abitibi-Témiscamingue	3
Chaudière-Appalaches	7
Estrie	5
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	2
Laurentides	1
Laval	3
Mauricie	3
Montréal	5
Montréal	3
Montréal	3
Montréal	5
Outaouais	1
Saguenay-Lac-Saint-Jean	2
Total	35

Tableau 8.2 : Description du genre d'accident mortel où le bruit a été mentionné dans le rapport d'enquête

Genre d'accident	Nombre de rapports
Frappé par un véhicule	24
Frappé/écrasé par un objet	6
Coincé/entraîné	3
Chute	2
Total	35



ANNEXE X – EXEMPLES DE SITUATIONS OBSERVÉES QUANT À L'ANALYSE DU FACTEUR BRUIT DANS LES RAPPORTS D'ENQUÊTE ET COMMENTAIRES DES EXPERTS

La mesure et l'analyse du facteur bruit dans les rapports d'enquête

Exemples de situation observées et commentaires des chercheurs

Exemple 1 : Un travailleur est écrasé mortellement par un chariot élévateur qui circulait à reculons après avoir pris livraison de sa charge. Le rapport précise que « l'intensité de l'alarme est de 86 dBA, soit 8 dBA de plus que le bruit du moteur. ». L'une des causes analysées dans l'enquête est « Intensité sonore de l'alarme de recul trop faible ». À la suite de l'analyse, cette cause n'est pas retenue considérant qu'« en raison des 8 décibels de différence, le bruit de l'alarme est près de 2 fois et demi l'intensité du bruit du moteur. » Aucun autre élément de considération du facteur bruit n'est mentionné.

Résumé des commentaires des experts : Le rapport signal sur bruit (8 dB) est insuffisant pour solliciter l'attention. De plus, le bruit du moteur ne reflète pas nécessairement le bruit ambiant, qui représente la somme de tous les sons d'un environnement de travail. Ainsi, une analyse complète du facteur bruit aurait pu amener des éléments de compréhension additionnels et même influencer la conclusion de l'hypothèse formulée en lien avec le niveau sonore de l'alarme.

Exemple 2 : Un travailleur marche dans une allée de circulation d'une cour extérieure alors qu'une chargeuse remplie de bois allant dans la même direction arrive derrière lui. Le chargement frappe le travailleur dans le dos, et la chargeuse l'entraîne sur plusieurs mètres avant de l'écraser sous ses roues. Le conducteur est prévenu par un autre collègue avec le système de communication de la chargeuse. L'inspecteur précise dans le rapport qu'à l'endroit où est survenu l'accident, le niveau de bruit est de 84 dBA à cause des dépoussiéreurs, de 86,5 dBA à l'approche d'une chargeuse et de 89,5 dBA lorsqu'une sirène fonctionne. Cette sirène émet un bruit continu de 96 dBA lors de l'arrêt de la vis d'alimentation des dépoussiéreurs. Il n'est pas spécifié si au moment de l'accident la sirène était en fonction. Le rapport fait état d'un document émis lors de l'enquête pour faire faire les tests de bruit, sans l'inclure en annexe. Aucun autre élément de considération du facteur bruit n'est mentionné.

Résumé des commentaires des experts : Avec au moins 84 dBA d'intensité, le bruit ambiant a sans doute empêché l'accidenté d'entendre le chargeur. Il aurait été nécessaire de considérer le facteur bruit sous tous ses angles, pour évaluer notamment le masquage du bruit de la chargeuse par le bruit ambiant et la capacité de localisation du danger par le travailleur dans un tel contexte sonore. Le facteur bruit représente d'ailleurs une cause probable à la lecture des faits présentés dans le rapport. Une analyse complète et pertinente aurait permis de confirmer ou infirmer ce rôle potentiel joué par le facteur bruit dans l'accident.

Exemple 3 : Un travailleur est accroupi au centre d'un chantier routier où il installe des délimitateurs temporaires. Au même moment, des camions reculent et l'un de ceux-ci heurte mortellement le travailleur. Le rapport d'enquête contient une mention générale du facteur bruit, à l'effet que « les alarmes de recul des camions fonctionnaient », incluant celui ayant heurté le travailleur. Aucun autre élément de considération du facteur bruit n'est mentionné.

Résumé des commentaires des experts : Il ne suffit pas de vérifier si l'alarme de recul du camion impliqué fonctionnait pour apprécier son rôle possible dans l'événement. Il aurait été pertinent de procéder aux mesures et analyses permettant de déterminer l'audibilité et ultimement l'efficacité de l'alarme. Par exemple, l'alarme pouvait-elle être entendue et reconnue par le travailleur parmi les autres sons de l'ambiance sonore, à une distance sécuritaire pour se déplacer hors de portée? D'ailleurs, une telle analyse aurait peut-être mené à des constats déterminants en lien avec l'enquête et même placer le facteur bruit comme une cause de l'accident.

Exemple 4 : Deux travailleurs s'affairent dans une cour extérieure au chargement d'un camion de livraison. L'un s'occupe de placer des blocs sur le camion pour permettre à l'autre, opérateur du chariot élévateur utilisé, d'y déposer les produits à livrer. Alors que le premier est en direction du camion, l'autre procède à une première manœuvre en faisant marche arrière en direction du camion à charger en regardant par derrière par-dessus son épaule. Après environ 10 mètres de parcours, il réalise avoir écrasé son collègue. Dans le rapport d'enquête, l'inspecteur précise que « l'avertisseur sonore de recul du chariot élévateur fonctionnait bien » et que « selon ses collègues de travail, l'accidenté souffrait d'une certaine surdité. » Le facteur bruit est considéré indirectement parmi les hypothèses formulées. La cause retenue comme la plus probable est « la présence de l'accidenté dans l'angle mort du champ de vision du conducteur ». Aucun autre élément de considération du facteur bruit n'est mentionné.

Résumé des commentaires des experts : Aucune mesure du facteur bruit ne permet d'alimenter l'analyse. Par exemple, quel était le niveau de bruit ambiant, et dans quelle mesure le signal était-il efficace dans le contexte ? D'autres sons ont-ils pu masquer celui de l'alarme, rendre celle-ci plus difficile à percevoir, particulièrement du fait que le travailleur souffrait de surdité selon ses collègues. D'ailleurs, le rapport ne contient aucune mention à l'effet que l'inspecteur a cherché à connaître le statut auditif du travailleur par consultation de son dossier médical ou autre. L'appréciation de la part des collègues est tout de même quelque peu arbitraire et une investigation plus poussée aurait permis de mieux apprécier les causes possibles de l'accident.

Exemple 5 : Un cariste est affecté à la prise de photos de stocks à l'intérieur d'un centre de transbordement. Alors qu'il s'affaire à la tâche, il est frappé puis écrasé par une chargeuse-pelleteuse qui circule à reculons dans le bâtiment. Un autre travailleur qui opère également une chargeuse dans le bâtiment klaxonne pour avertir l'autre conducteur, mais il est trop tard pour éviter l'impact. Dans son enquête, l'inspecteur relève que « l'alarme de recul de la chargeuse-pelleteuse émet un son d'une intensité supérieure au bruit de l'équipement sur lequel elle est installée. Cependant, celle-ci crée beaucoup d'écho à l'intérieur du bâtiment, compte tenu des matériaux métalliques qui constituent l'enveloppe du bâtiment. » Aucun autre élément de considération du facteur bruit n'est mentionné.

Résumé des commentaires des experts : Dans les conditions observées, il paraît impossible de localiser la source de bruit pour le travailleur : réflexion des sons et chaos sonores conséquent. Une alarme est difficilement efficace dans ce genre de situation. L'évaluation de son audibilité au lieu précis de l'accident aurait d'ailleurs pu alimenter l'analyse des causes possibles de l'accident.

Exemple 6 : Deux travailleurs sont frappés par un tracteur sur roues monté d'une fourchette alors qu'ils marchent dans une cour à bois pour se rendre à leur pause. Le rapport indique que « le bruit provenant de l'usine et d'un chantier de construction situé à proximité est omniprésent » et que « le bruit émis par le tracteur n'est pas perceptible parmi le bruit environnant. ». Le facteur bruit est considéré de manière indirecte dans l'enquête, soit dans l'analyse de la cause suivante : « L'absence de voie de circulation distincte permet aux travailleurs d'emprunter le chemin utilisé par le tracteur. »

Dans l'analyse de cette cause, il est précisé que les travailleurs ont pris naturellement une voie de circulation libre d'obstacles et à aucun moment ils ont entendu le tracteur s'approcher d'eux. Cette cause est d'ailleurs retenue comme cause probable de l'accident. Aucun autre élément de considération du facteur bruit n'est mentionné au rapport. Une étude de bruit réalisée par un technicien en hygiène du travail spécifie que le niveau de bruit ambiant se situait entre 70 et 80 dBA et que le bruit du véhicule est « à peine audible » lorsque celui-ci approche en haut de la pente ou lorsqu'il est dans la pente où est survenu l'accident.

Résumé des commentaires des experts : Le rapport d'enquête ni l'étude de bruit annexée au rapport ne font état des contraintes individuelles (ex. capacités auditives) liées au fait d'avoir entendu ou non le véhicule s'approcher. De plus, la mesure effectuée avec un dosimètre avec un seuil d'intégration à 80 dB constitue dans le contexte une sous-estimation du niveau de bruit. Par manque de détails dans le rapport, il n'est malgré tout pas possible de déterminer si la mesure était ou non adéquate.

Exemple 7 : Un travailleur est écrasé entre le godet d'un monte-charge et la trémie de la machine qu'il opère. Il se trouvait à ce moment sur une passerelle dans la partie supérieure de la trémie. Concernant le facteur bruit, l'enquête contient uniquement une mention générale du bruit ambiant : « Lorsque les machines sont en fonction, le niveau de bruit au poste de l'opérateur de la machine à blocs est de 98 dBA. » Aucun autre élément de considération du facteur bruit n'est mentionné.

Résumé des commentaires des experts : Le niveau de bruit n'est pas mesuré au bon endroit. Il aurait été pertinent de considérer le facteur bruit dans les causes et d'en faire une analyse formelle afin de mieux comprendre l'événement. Par exemple, si le milieu avait été moins bruyant, le travailleur aurait-il pu entendre le godet s'approcher?

Exemple 8 : Un chauffeur-éboueur se trouvant à proximité de son camion décède suite à l'écrasement par un autre camion. Dans le rapport, il est indiqué que « pendant l'opération de déchargement du camion, un signal sonore de recul fonctionne lorsque la benne est inclinée ou que le panneau arrière est levé », « [...] que le bruit dans le hangar ne pouvait provenir que des deux camions en cause[...] » et qu'au moment de l'accident, le moteur du camion de l'accidenté, stationné à proximité, « est en marche et la radio joue très fort ».

Le rapport fait référence à une expertise externe sur « l'analyse des caractéristiques du rayonnement acoustique aux alentours des camions et des caractéristiques fréquentielles et temporelles des signaux des alarmes de reculs ». Cette expertise conclue que « les signaux d'alarmes de recul des camions sont conformes à la norme SAE J994B-1975 (R1985) spécifiant les caractéristiques acoustiques des alarmes de recul » et que « une série de simulations [...] a confirmée que l'audibilité du signal sonore de l'alarme de recul du camion ayant écrasé le travailleur était nulle ou quasi nulle dans l'allée de déchargement où devait se trouver le travailleur accidenté. » Le niveau sonore de l'alarme pouvait chuter rapidement dessous 90dBA alors que le bruit à proximité du camion pouvait atteindre 100dBA. L'une des causes retenues dans le rapport est « Effet de masquage des signaux sonores des alarmes de recul des camions. »

Résumé des commentaires des experts : Selon le niveau sonore établi à proximité du camion (100 dBA), il paraît évident que l'alarme de recul du camion ne pouvait pas être entendue. Il n'était donc pas nécessaire d'effectuer une analyse approfondie pour le déterminer. Malgré tout, l'appréciation de l'audibilité telle qu'effectuée par la ressource externe ne semble pas adéquate. Le rapport d'expertise, tel que cité par l'inspecteur, réfère à un critère de 3 décibels supérieurs au bruit ambiant pour qualifier « d'audible » l'alarme de recul. Cette norme n'est cependant pas documentée dans le rapport d'enquête et le rapport d'expertise n'est pas annexé.

Exemple 9 : L'opérateur d'une chargeuse avec fourches manipule un pneu utilisé comme coussin-amortisseur lors du culbutage de blocs de granite. Le pneu sort des fourches de la chargeuse, tombe au sol, roule en bas d'une pente et heurte un travailleur qui est à forer plus bas, dos à la scène. L'opérateur avait actionné l'avertisseur sonore de la chargeuse et un autre a crié pour aviser l'accidenté, mais en vain. Dans l'enquête, il est précisé que l'accidenté avait une audition normale selon un audiogramme récent, et qu'il portait des bouchons d'oreille au moment de l'événement. Le niveau de bruit était près de 120 dBA où se situait le travailleur. L'une des causes retenues concerne directement le facteur bruit : « Les avertisseurs de danger non perçus par le travailleur ». Le rapport spécifie que l'accidenté n'a pas capté les cris de son collègue ni l'avertisseur sonore de la chargeuse et n'avait donc « pas connaissance de la situation de danger et n'a posé aucun geste pour l'éviter. »

Résumé des commentaires des experts : Bien que les quatre angles du facteur bruit sont abordés dans l'enquête, l'analyse ne paraît pas complète dans une perspective de prévention. Par exemple, il aurait été pertinent de calculer le bruit ambiant maximum pour entendre les signaux sonores (cris et avertisseur). Toutefois, à un tel niveau de bruit (120 dBA), l'effet de masquage des signaux sonores par le bruit ambiant n'avait pas à être confirmé par une analyse spécifique. Il aurait été par contre justifié de souligner les lacunes au niveau de la communication en cas d'urgence liées à « l'espace clos virtuel » dans lequel œuvrait le travailleur.

**Agence de la santé
et des services
sociaux de Chaudière-
Appalaches**

Québec

