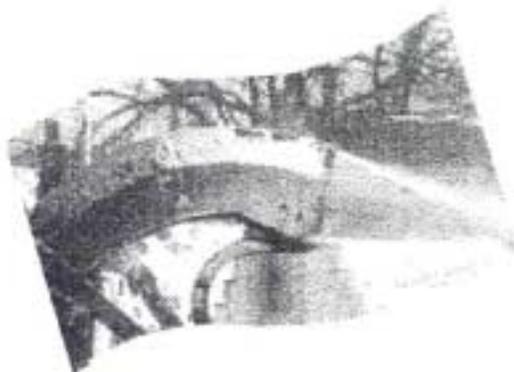


**Exposition au bruit  
des travailleurs  
préposés au déneigement  
mesurée selon OSHA et ISO**



# ÉTUDES ET RECHERCHES

Luc Ménard

Février 1989

RR-033

RAPPORT



**IRSST**  
Institut de recherche  
en santé et en sécurité  
du travail du Québec

## La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

### ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications  
505, boul. de Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : (514) 288-1 551  
Télécopieur: (514) 288-7636  
Site internet : [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche en santé  
et en sécurité du travail du Québec,

**Exposition au bruit  
des travailleurs  
préposés au déneigement  
mesurée selon OSHA et ISO**

Luc Ménard  
Direction des laboratoires, IRSST



**RAPPORT**

**TABLE DES MATIÈRES**

Sommaire.....	1
1 - Introduction.....	2
1.1 Description des opérations de déblaiement et de chargement de la neige.....	3
2 - Méthodologie d'intervention.....	6
2.1 Principe de mesure.....	6
2.1.1 Mesure selon OSHA.....	6
2.1.2 Mesure selon ISO.....	7
2.2 Instrumentation utilisée.....	9
2.3 Sélection des travailleurs.....	9
2.4 Sélection des équipements à mesurer.....	10
2.5 Traitement statistique et informatique des mesures.....	11
3 - Résultats.....	15
3.1 Niveaux d'exposition des travailleurs préposés au déneigement.....	15
3.2 Comparaison des doses de bruit mesurées selon OSHA et ISO.....	18
4 - Discussion.....	22
4.1 Exposition des travailleurs préposés au déneigement.....	22
4.2 Mesures comparatives selon OSHA et ISO.....	23
5 - Conclusion.....	24
Revue bibliographique.....	25
Annexe 1 - Exemple d'un rapport de mesure tel que développé par l'IRSST.....	26

### Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude. En particulier, monsieur Henri Scory pour le support professionnel au niveau technique et messieurs Jérôme Boutin et Jean-Marc Noël pour le travail d'intervention sur le terrain. De façon générale tous les travailleurs qui ont porté les équipements de mesures et leurs dirigeants qui nous ont facilité l'accès au milieu de travail. Finalement madame France Lafontaine qui a effectué le travail de dactylographie.

## SOMMAIRE

L'exposition au bruit des travailleurs préposés au déneigement est peu documenté au niveau international. Ces opérations qui s'effectuent sporadiquement ont pour effets d'exposer les travailleurs à de fortes doses de bruit.

Des dosimètres-histogrammeurs ont été utilisés pour évaluer l'exposition des préposés au déneigement et furent portés durant la période complète de travail, c'est-à-dire 12 heures. Afin d'évaluer l'impact d'une modification de la réglementation au niveau de la méthode de mesure, des séries de dosimétries ont été réalisés à l'aide de deux dosimètres réglés respectivement selon les paramètres de mesure de l'OSHA (Occupational Safety and Health Organization) et de l'ISO (International Standards Organization).

Il s'avère que les conducteurs de chenillettes (vieux modèles et modèles récents), les opérateurs de souffleuses (vieux modèles et modèles récents) et les conducteurs de tracteurs-chargeurs sont exposés à des doses de bruit variant de 89 à 95 dB(A) pendant huit heures. La mesure selon OSHA a pour effet de sous-estimer la dose de bruit d'environ 1.5 dB(A) pour les plus fortes expositions et de 3 à 8 décibels (A) pour les doses de 80 à 85 dB(A). À ces valeurs de dose plus basses, le seuil d'intégration semble jouer un rôle prépondérant. (OSHA = 85 dB(A), ISO = 80 dB(A)).

Une politique stricte d'achat, concernant les niveaux de bruit générés par les équipements, contribuerait sûrement à réduire à long terme le niveau d'exposition des travailleurs préposés au déneigement. Le port d'équipement de protection et un programme d'entretien préventif des équipements les plus vieux contribuerait à court terme à l'amélioration des conditions de travail.

## 1 - INTRODUCTION

La plupart des grandes villes canadiennes où on note des chutes de neige abondantes doivent compter sur des équipes de travailleurs pour procéder au déblaiement et au chargement de la neige. Ces opérations, qui impliquent des véhicules motorisés puissants, ont pour effet d'exposer plusieurs travailleurs à des niveaux de bruit élevés. Ce travail est effectué de façon sporadique au gré des conditions climatiques, habituellement de décembre à mars inclusivement.

Peu de mesures d'évaluation sont rapportées dans la littérature scientifique qui traite spécifiquement de ces opérations spécialisées. En effet, on note que W. Enz et C. Deserno de la République fédérale d'Allemagne (<sup>1</sup>) ont effectué une étude sur l'évaluation de l'exposition des conducteurs de véhicules diesels sur les routes. La conduite de camions lourds a été évaluée dans le cadre d'une étude exhaustive réalisée par Bruyère et Malherbe en France (<sup>2,3</sup>) et également d'une étude américaine (<sup>10</sup>).

La norme actuellement en vigueur au Québec (<sup>4</sup>) pour mesurer l'exposition au bruit des travailleurs est celle de l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration). La norme utilisée de plus en plus couramment à travers le monde est celle de l'International Standard Organisation (ISO-1999) (<sup>5</sup>) qui utilise des principes de mesure basés sur la physique fondamentale du bruit.

La présente étude vise à déterminer l'exposition au bruit des travailleurs préposés au déneigement à l'aide de dosimètres-histogrammeurs qui sont portés par les travailleurs pour la période complète de travail. De plus, afin d'évaluer l'impact d'un changement des normes de mesure, des dosimétries, réalisées en parallèle selon les paramètres de l'OSHA et de l'ISO 1999, permettent de déterminer la différence de dose d'exposition selon les deux principes de mesure.

Les résultats de dosimétrie sont regroupés par type d'opération pour des fins de comparaison. Ils sont également classés et comparés pour vérifier l'influence des deux principes de mesure sur les doses d'exposition des travailleurs.

### 1.1 Description des opérations de déblaiement et de chargement de la neige

Les équipes de déblaiement et de déneigement de la région métropolitaine de Montréal comptent au delà de 5000 travailleurs. Les principales fonctions qui sont reliées à ces travaux sont:

- opérateur d'auto-niveleuse
- opérateur de souffleuse
- conducteur de chenillette
- conducteur de camion
- conducteur de tracteur-chargeur
- signaleur-poinçonneur (utilitaire au chargement)

Au début d'une chute de neige, on procède à l'épandage d'un mélange de sel et d'abrasifs sur les artères principales. Lorsque la précipitation dépasse 2 cm, les chenillettes entrent en action pour le déblayage des trottoirs. Les camions chasse-neige et les auto-niveleuses se chargent du déblaiement des artères principales et des rues secondaires. Lorsque la précipitation est plus importante, les tracteurs-chargeurs procèdent au nettoyage des intersections et des arrêts d'autobus. Ces opérations se succèdent durant toute la précipitation et se terminent lorsque toutes les rues, trottoirs et artères principales sont dégagés.

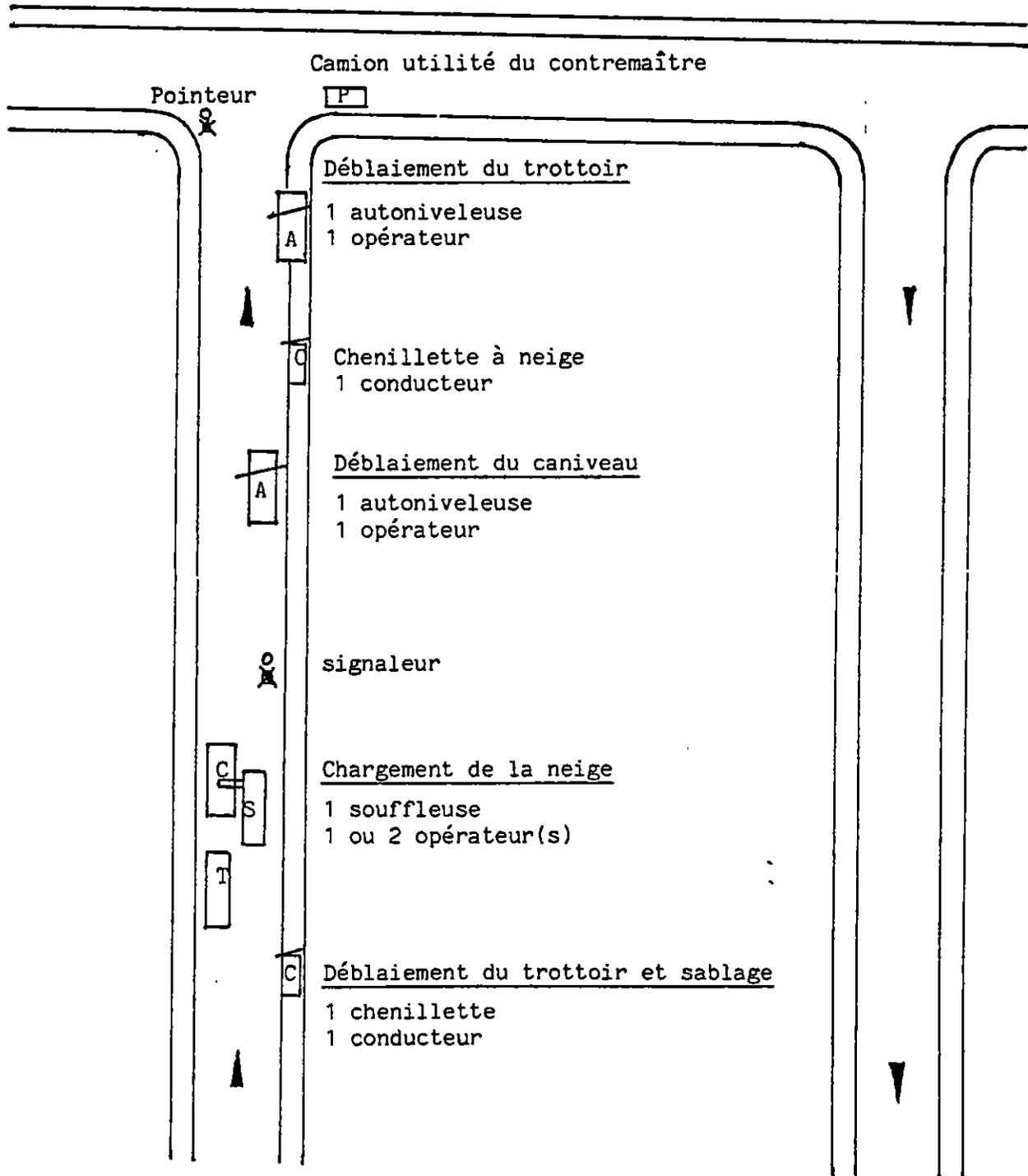
La phase suivante consiste à enlever la neige accumulée près des chaînes de trottoirs. Cette opération s'effectue grâce aux efforts concertés d'équipes de travail affectées à des tâches particulières dans des zones délimitées à l'avance. La pose des panneaux de signalisation est réalisée habituellement 24 heures à l'avance pour permettre aux automobilistes de déplacer leur véhicule et de les garer de façon à ce qu'ils ne nuisent pas aux opérations de déneigement.

Le train des véhicules affectés au déneigement progresse de la façon suivante (voir illustration 1): une auto-niveleuse ou un tracteur-chargeur équipé d'une pelle montée à angle dégage la chaîne du trottoir et place le cordon de neige au centre de la chaussée. Une chenillette dégage le trottoir qui est enneigé suite au passage du premier véhicule. Une auto-niveleuse suit et complète le dégagement du caniveau. Un autre véhicule du même type ou le même qui effectue une seconde passe, pousse le cordon de neige de 3

à 5 pieds de la chaîne de trottoir pour permettre le passage du camion de chargement au centre de la rue. La souffleuse progresse parallèlement au camion de chargement et projette le cordon de neige dans la boîte de ce dernier. Les camions se succèdent à tour de rôle et véhiculent la neige vers des sites de déversement (cours d'eau) ou de stockage (carrières désaffectées ou sites d'entassement). Des tracteurs-chargeurs dégagent continuellement les sites de déchargement pour faciliter et accélérer le déchargement. Les signaleurs ont la responsabilité de diriger les opérateurs de souffleuse et les conducteurs de camion pour que la coordination du travail soit efficace et pour assurer la sécurité des opérations. Les poinçonneurs sont responsables de marquer les cartes de contrôle des camionneurs pour assurer le paiement du travail effectué. Contrairement aux signaleurs qui se tiennent près des opérateurs, les poinçonneurs oeuvrent à une distance d'environ 1,000 pieds du site de chargement. Il faut signaler que les fonctions de signaleur et de poinçonneur sont effectuées alternativement par deux travailleurs au cours du même quart de travail. Pour terminer, une dernière passe d'autoniveleuse est exécutée pour enlever la neige qui a pu être laissée après le passage des camions et de la souffleuse.

ILLUSTRATION

Déroulement des opérations de chargement de la neige



## 2 - MÉTHODOLOGIE D'INTERVENTION

Les mesures de dosimétrie ont été effectuées à l'aide de dosimètres MK3 de Dupont. Les dosimètres furent portés par les travailleurs durant la période complète de travail, c'est-à-dire 12 heures. Les dosimètres étaient ajustés respectivement selon les paramètres de mesure OSHA pour 40% et selon les paramètres ISO-1999 pour environ 60% des dosimétries totales. Pour améliorer le traitement statistique, les mesures ont été séparées en deux segments égaux d'environ 6 heures chacun, tel que prévu dans la norme canadienne C.S.A. (6).

Afin de comparer les doses d'exposition selon les deux méthodes de mesures, plus de 40% des mesures ont été faites avec deux dosimètres en parallèle. Les deux instruments ont été portés pour toute la période de travail par les travailleurs concernés. Les microphones des dosimètres étaient maintenus à environ 1/4 de pouce de distance à l'aide d'un dispositif d'attache en matière plastique.

### 2.1 Principes de mesure

Afin de vérifier l'importance des paramètres de mesure, des dosimètres MK3 de Dupont ont été ajustés selon les paramètres OSHA (pour vérification de la conformité à la norme québécoise) et selon ceux de l'ISO-1999.

#### 2.1.1 Mesures selon OSHA

Une série de dosimètres a été ajustée selon la norme de l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Cette norme est toujours en vigueur au Québec (4). Elle fait intervenir un facteur de bisection ( $Q=5$ ), c'est-à-dire que la dose double pour chaque accroissement de 5 décibels. Cet accroissement de 5 décibels a été choisi en fonction de critères physiologiques arbitraires dit d'équinoquité qui avancent que l'oreille percevrait un bruit d'intensité double pour chaque augmentation de 5 décibels. Le seuil d'intégration a été fixé à 85 dB(A), ce qui implique que tous les bruits inférieurs à ce seuil ne sont pas considérés dans le calcul de la dose.

### 2.1.2 Mesures selon ISO-1999

Environ 60% des mesures ont été réalisées en utilisant la norme ISO-1999 de l'"International Standards Organization" (5). Cette façon de mesurer se caractérise par un facteur de bisection  $Q=3$ , c'est-à-dire que la dose double à chaque accroissement de 3 décibels. La sommation des niveaux équivalents pour chaque intervalle de mesure (1 minute par exemple) est effectuée directement à l'aide de la relation mathématique utilisée en acoustique et correspond à l'énergie acoustique réelle reçue par l'oreille du travailleur exposé. Le seuil d'intégration est établi à 80 dB(A) pour cette norme de mesure. Les caractéristiques instrumentales pour la mesure du bruit selon les paramètres OSHA et ISO sont détaillées au tableau 1.

**TABLEAU 1**  
**CARACTÉRISTIQUES INSTRUMENTALES**  
**POUR LA MESURE DU BRUIT**

ISO 1999	NORME QUÉBÉCOISE (OSHA)
<u>PARAMÈTRES DE CALCUL UTILISÉS</u>	<u>PARAMÈTRES DE CALCUL UTILISÉS</u>
Seuil d'intégration: 80 dB(A)	Seuil d'intégration: 85 dB(A)
Facteur de bissection: Q = 3 dB	Facteur de bissection: Q = 5 dB
Mode d'intégration: sans objet	Mode d'intégration: lent
Niveau de critère: 90 dB(A)	Niveau de critère: 90 dB(A)
<u>SPÉCIFICATIONS DE L'INSTRUMENT</u>	<u>SPÉCIFICATIONS DE L'INSTRUMENT</u>
Classe: 2A	Classe: 2A
Facteur de crête: 30 dB	Facteur de crête: 30 dB
Gamme d'impulsion: 53 dB	Gamme d'impulsion: 53 dB
Plage de mesure: 80 à 141 dB(A)	Plage de mesure: 80 à 141 dB(A)
<u>CALCUL DU NIVEAU ÉQUIVALENT (8 hrs)</u>	<u>CALCUL DU NIVEAU ÉQUIVALENT (8 hrs)</u>
Leq (ISO) = $10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \right]$	Leq (OSHA) = $16.6 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{16.6}} dt \right]$

## 2.2 Instrumentation utilisée

Les dosimètres utilisés pour ces interventions sont des dosimètres-histogrammeurs modèle MK3 de la compagnie Dupont. Ces instruments ont la capacité de mesurer des niveaux équivalents de bruit à raison de 16 fois à la seconde et de conserver en mémoire un niveau équivalent pour chaque minute sur la durée complète d'un quart de travail (maximum 24 heures). Les données ainsi accumulées sont extraites à l'aide d'une interface, dosimètre IBM-PC, modèle CI-1 de Dupont.

Les données extraites des dosimètres sont traitées à l'aide d'un programme informatique qui a été développé par l'IRSST (7) et dont les droits de commercialisation ont été cédés à la compagnie Dupont. Un micro-ordinateur IBM-PC sert au traitement des données et à la production des rapports. (Voir exemple de rapport en annexe).

Les dosimètres ont été étalonnés avant et après chacune des séries de mesure à l'aide de sources sonores étalons modèle 4230 de la compagnie Bruël and Kjaër.

## 2.3 Sélection des travailleurs

Les travailleurs pour chaque type d'opération (6 opérations distinctes) furent sélectionnés en prenant comme référence les critères fournis dans la norme CSA Z107, 56-M86 "Méthode de mesure de l'exposition au bruit en milieu de travail" (6) (projet de norme à cette époque qui a été sanctionné depuis). Un nombre suffisant de mesures pour chacune des tâches a été réalisé dans la plupart des cas pour rencontrer les critères de l'écart-type minimal acceptable pour chaque série. Les mesures étant d'une durée de 12 heures, nous avons séparé en deux périodes égales les dosimètres et les avons traitées comme des mesures différentes pour un même travailleur. Les doses de bruit pour un travail de douze heures équivalent à la période mesurée de 6 heures ont été converties en niveaux équivalents pour 8 heures (Leq 8 heures) pour des fins de comparaison avec les normes en vigueur. La compression de la dose cumulative de 12 heures sur 8 heures (100% de dose sur 12 heures donne 150% sur 8 heures) a pour effet d'augmenter le Leq de 1.76 dB lorsque la mesure est faite selon ISO.

## 2.4 Sélection des équipements à mesurer

Afin de fournir le meilleur portrait de l'exposition des travailleurs du déneigement, un inventaire complet des machines utilisées pour le déneigement a été réalisé. Pour des fins de comparaison mieux appropriées au contexte de l'étude, nous avons séparé en deux classes les souffleuses et les chenillettes. Puisque l'âge et les caractéristiques de ces équipements avaient pour effet d'influencer fortement le niveau d'exposition des travailleurs, nous avons distingué des classes "vieux modèles" et "modèles récents" pour les souffleuses et les chenillettes.

Le tableau 2 nous donne la répartition des équipements de déneigement en nombre et en pourcentage pour les 7 classes de machines.

**TABLEAU 2**

**DISTRIBUTION DE L'INVENTAIRE DES ÉQUIPEMENTS  
UTILISÉS POUR LE DÉNEIGEMENT**

<b>Type d'équipement</b>	<b>Nombre de véhicules</b>	<b>% age des véhicules</b>
Camion 7, 8 et 9 tonnes à benne basculante	248*	44%
Tracteur-chargeur	47	8.4%
Autoniveleuses	50	8.9%
Chenillettes Bombardier (vieux modèles)	71	12.6%
Chenillettes Bombardier (modèles récents)	53	9.4%
Souffleuses (vieux modèles)	33	5.9%
Souffleuses (modèles récents)	50	8.9%
Total	562	100%

\* Note: Le nombre de camions n'est pas vraiment représentatif des équipements utilisés dans les opérations de déneigement puisque plusieurs véhicules sont utilisés pour d'autres activités. De plus, la grande majorité du travail de transport de la neige est effectué par des contracteurs privés qui ne faisaient pas partie de l'étude.

## 2.5 Traitement statistique et informatique des mesures

À l'aide d'un programme de traitement informatique développé à l'IRSST pour le dosimètre MK3 de Dupont (7), nous avons procédé à l'analyse des mesures de Leq (1 minute) pour la durée complète du quart de travail (2 segments de 6 heures dans notre cas).

Le graphique général représente la distribution de tous les Leq ISO (1 minute) pour la période complète de mesure, c'est-à-dire habituellement 12 heures pour les opérations de déneigement. On retrouve en partie inférieure du graphique général un histogramme de la fréquence de distribution des mesures Leq (1 minute) en fonction des niveaux exprimés en dB(A). La fenêtre de gauche fournit le niveau équivalent, la dose d'exposition en pourcentage, la période de mesure et les niveaux équivalents (1 minute) maximum et minimum. La dose d'exposition en pourcentage représente la proportion de l'exposition d'un travailleur en relation avec la norme en vigueur qui est fixé à 90 dB(A) pour 8 heures d'exposition continue (une dose de 200% indique un niveau équivalent de 93 dB(A) pour 8 heures si la mesure est faite selon ISO).

Les données peuvent également être segmentées en périodes plus courtes à l'aide d'une fonction "ZOOM". Nous en avons une illustration au graphe 1 de la figure 2.

Un traitement est également effectué et donne une répartition des niveaux équivalents (une minute) en fonction de plages de niveaux en dB(A). (voir figure 3).

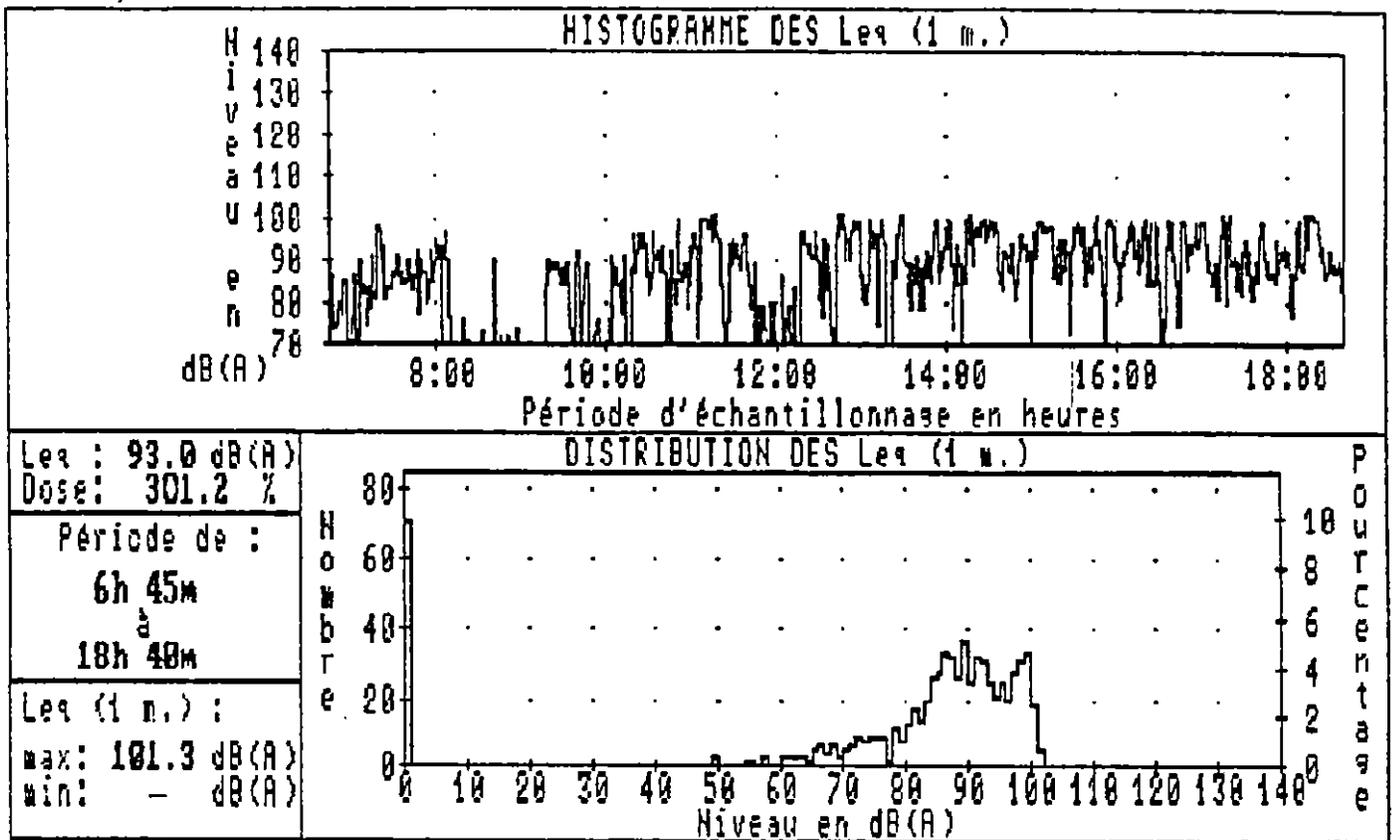
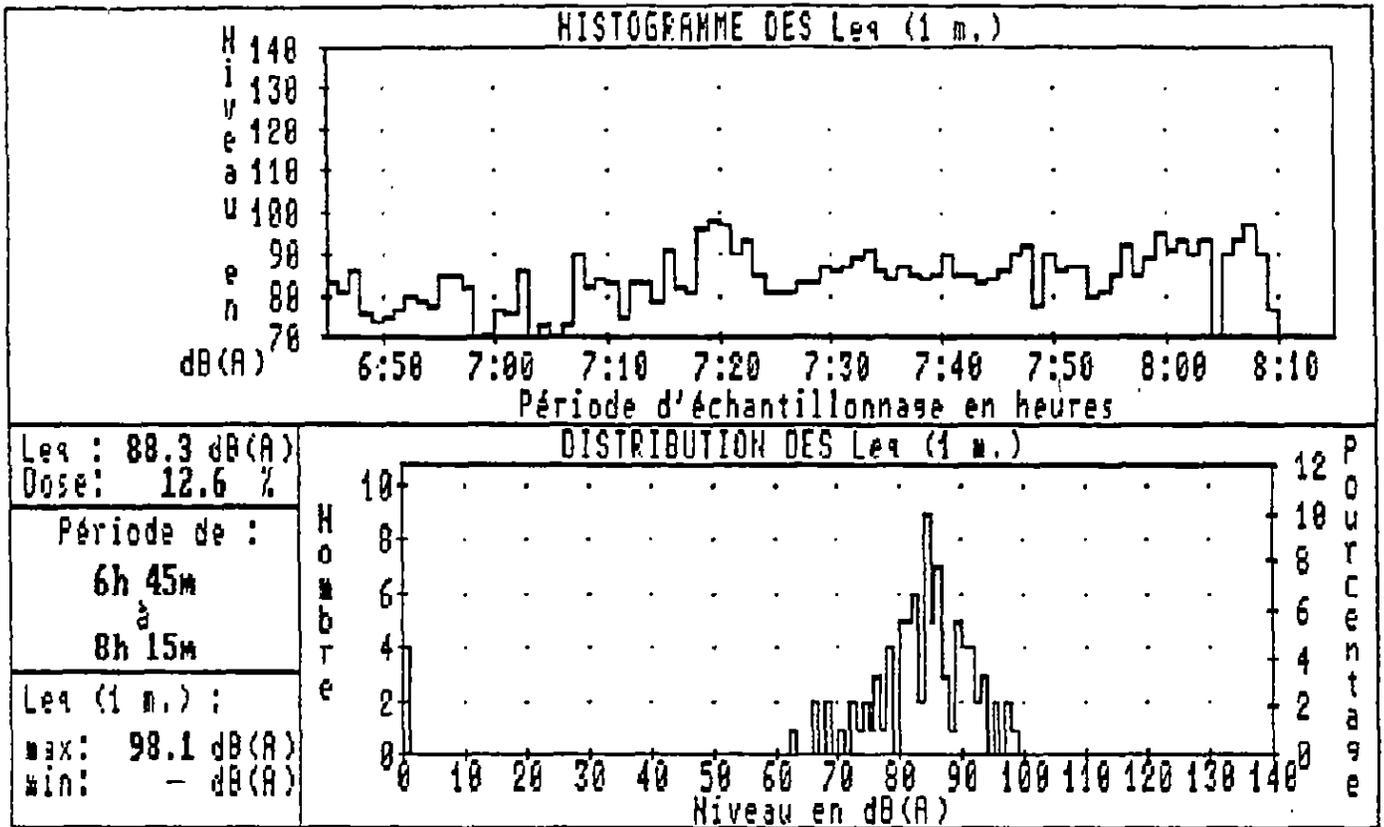


Tableau des résultats de l'analyse approfondie

Période		Durée	Leq dB(A)	Dose %	Leq (1 m) max dB(A)	Leq (1 m) min dB(A)
Début	Fin					
6h 45m	8h 15m	1h 30m	88.3	12.6	98.1	-
9h 29m	10h 15m	0h 46m	84.2	2.5	91.8	-
10h 14m	11h 30m	1h 16m	94.0	39.5	101.0	-
12h 44m	12h 59m	0h 15m	97.9	19.5	101.3	89.7
14h 12m	14h 37m	0h 25m	97.7	30.8	100.8	85.3

FIGURE 1



GRAPHIQUE # 2

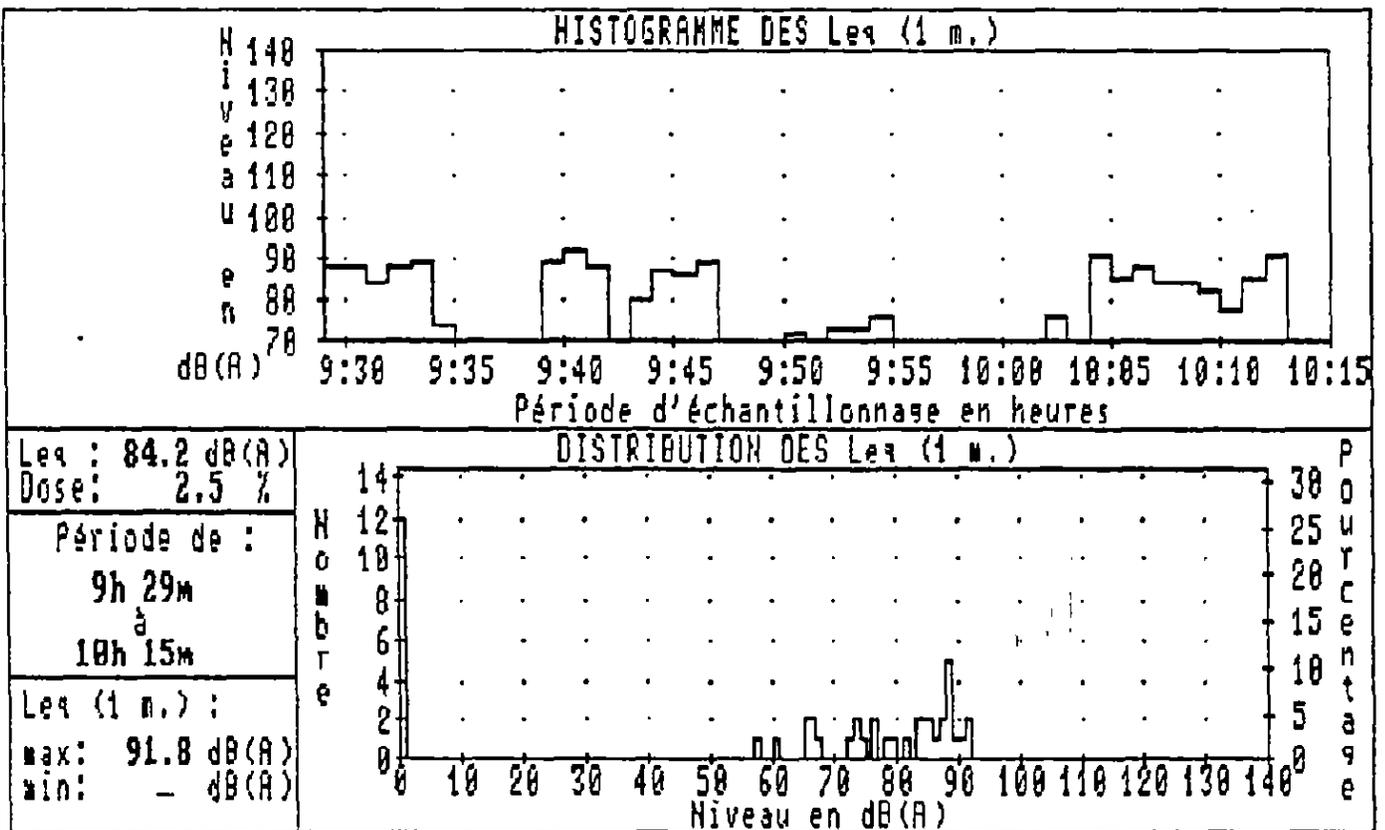


FIGURE 2

TABLEAU DE DISTRIBUTION  
=====

DONNEES (dB)	NOMBRE	POURCENTAGE (%)
< 80	141	20.4
>=80 ET <85	83	12.0
>=85 ET <90	292	42.3
>=90 ET <95	140	20.3
>=95 ET <100	27	3.9
>=100 ET <105	6	0.9
>=105	1	0.1
>=80	549	79.6
>=85	466	67.5
>=90	174	25.2
>=95	34	4.9
>=100	7	1.0

FIGURE 3: Tableau de distribution des niveaux équivalents par plage d'exposition.

### 3 - RÉSULTATS

Les mesures qui caractérisent l'exposition des travailleurs en relation avec la norme en vigueur au Québec constituent la première section des résultats et vise à vérifier si ils sont surexposés.

La comparaison des mesures réalisées selon des critères instrumentaux différents est présentée en second lieu. Cette comparaison est réalisée principalement pour évaluer l'ampleur des différences induites par l'utilisation de paramètres de mesure différents, fixés respectivement par les organismes O.S.H.A. et I.S.O.

#### 3.1 Niveaux d'exposition des travailleurs préposés au déneigement

Les doses de bruit calculées pour chaque section (la moitié) de la période de travail complète de 12 heures ont été rassemblées pour des opérations similaires afin de déterminer l'exposition moyenne des travailleurs pour chacune des fonctions établies lors de la sélection des postes à évaluer. L'ensemble des mesures qui ont été réalisées à cinq reprises au cours de l'hiver 1985, donne les doses moyennes d'exposition pour les 8 fonctions suivantes:

- opérateurs de souffleuses (vieux modèles)
- opérateurs de souffleuses (modèles récents)
- conducteurs de chenillettes (vieux modèles)
- conducteurs de chenillettes (modèles récents)
- opérateurs d'autoniveleuses
- conducteurs de tracteurs-chargeurs
- conducteurs de camions
- et signaleurs-poinçonneurs.

Pour les conducteurs de chenillette (vieux modèles et modèles récents), les opérateurs de souffleuse (vieux modèles et modèles récents) et les conducteurs de tracteurs-chargeurs, les doses d'exposition dépassent ou sont à la limite de la dose permise de 90 dB(A) pour une exposition de 8 heures si on tient compte de l'écart-type de ces mesures. Les autres types de travaux peuvent exposer les travailleurs à des niveaux instantanés élevés mais qui ne dépassent pas, lorsque pondérés pour 8 heures, la dose quotidienne permise.

Le tableau 3 présente la dose équivalente moyenne pour chaque fonction distincte, ainsi que l'écart-type et le nombre des mesures qui

ont servi à ce calcul. Le nombre de mesures indiqué dans ce tableau est le double des mesures de douze (12) heures effectuées lors de l'évaluation. Lorsque le nombre de mesures est faible (3 ou 4) l'écart-type représente plus une variation due aux fluctuations d'activité dans un même quart de travail qu'une indication de la variation due aux périodes de mesures, aux véhicules ou aux opérateurs.

**TABLEAU 3 : MESURES DES DOSES MOYENNES D'EXPOSITION AU BRUIT DES TRAVAILLEURS PRÉPOSÉS AU DÉNEIGEMENT**

Fonctions évaluées	Leq (OSHA) moyen	Écart- type	Nombre de mesures
Conducteur de chenillettes (vieux modèles)	94.7	±0.9	2
Conducteur de chenillettes (modèles récents)	88.9	±2.2	6
Opérateurs de souffleuses (vieux modèles)	93.8	±0.6	6
Opérateurs de souffleuses (modèles récents)	90.0	±1.5	4
Conducteurs de tracteurs-chargeurs	89.0	±1.9	10
Opérateurs d'auto-niveleuses	83.5	±2.9	10
Conducteurs de camion *	83.5	±6.5	4
Signaleurs-poinçonneurs *	78.7	±5.4	4

\* Note : Une diversité trop grande dans le travail effectué ou les équipements utilisés ont pour effet d'augmenter significativement l'écart type de ces mesures.

Cette séparation d'une mesure de 12 heures en deux segments égaux a été faite pour augmenter le nombre de mesures comparatives et ajouter l'aspect de la variation de l'exposition au cours d'une même période de travail.

Les différences parfois importantes entre les doses accumulées en première partie et en dernière partie du quart de travail nous démontrent que la variabilité au niveau de l'exposition est en relation avec les variations aléatoires de l'intensité du travail.

Afin de fournir un portrait de la répartition des périodes d'exposition à un niveau de bruit donné, les niveaux équivalents sont distribués de façon à donner la proportion du temps en pourcentage à laquelle un travailleur est soumis, et ce pour des niveaux équivalents supérieurs ou égaux à 80, 85, 90, 95 et 100 dB(A) respectivement.

Le choix de ce type de présentation n'est pas courant puisqu'on retrouve habituellement des niveaux équivalents L(N%), c'est-à-dire que le L(10%) est le niveau en dB(A) qui est dépassé 10% la durée d'exposition. La présentation du tableau 4 nous donne une représentation plus complète de la répartition de l'exposition des travailleurs pour les 8 fonctions évaluées dans cette étude.

**TABEAU 4 : RÉPARTITION DES TEMPS D'EXPOSITION EN POURCENTAGE EN DEÇA D'UN NIVEAU ÉQUIVALENT DONNÉ**

Fonction	Niveau équivalent	≤ 80 dB(A)	≤ 85 dB(A)	≤ 90 dB(A)	≤ 95 dB(A)	≤ 100 dB(A)
Conducteur de chenillettes (vieux modèles)		65.4	59.1	49.5	21.1	1.1
Conducteur de chenillettes (modèles récents)		48.1	43.0	26.7	3.3	0.1
Opérateurs de souffleuses (vieux modèles)		58.8	52.0	41.4	25.6	0.5
Opérateurs de souffleuses (modèles récents)		63.3	53.7	20.0	1.4	0.0
Conducteurs de tracteurs-chargeurs		59.8	49.8	21.8	3.7	0.5
Opérateurs d'auto-niveleuses		36.8	22.6	4.4	1.1	0.2
Conducteurs de camion		26.1	18.3	10.2	5.0	1.3
Signaleurs-poinçonneurs		20.0	9.0	3.2	0.6	0.0

### 3.2 Comparaison des doses de bruit mesurées selon OSHA et ISO

Les mesures ont été réalisées à l'aide de deux dosimètres portés par un même travailleur durant la période complète de travail. Les microphones étaient maintenus ensemble à l'aide d'un petit dispositif de matière plastique et fixés au col de chemise du travailleur. Ces essais comparatifs revêtent un intérêt particulier dans le cadre d'un processus de révision des critères de mesure et des normes qui sont présentement amorcées au Canada. Comme le protocole précédent, les dosimétries de douze heures ont été fragmentées en deux mesures distinctes pour fins de traitement statistique.

Puisque les appareils de mesures rencontrent les critères instrumentaux spécifiés à la norme CEI 651, nous croyons que les mesures selon ISO et OSHA sont précises à environ 2 dB.

Afin de fournir des renseignements indicatifs et comparatifs OSHA et ISO des niveaux de bruit rencontrés lors d'opérations continues des équipements de déneigement, le tableau 5 présente les niveaux équivalents pour des périodes de mesure de 1 heure. Ce tableau nous permet d'évaluer arbitrairement les niveaux d'exposition, si les travaux étaient effectués de façon continue sans pauses ni attentes. On note que les opérations de soufflage et de déblaiement avec les chenillettes (vieux modèles) sont de loin les opérations les plus bruyantes.

Tel que spécifié dans la section méthodologique, rappelons que la principale différence des modes de mesure selon OSHA et ISO réside dans le facteur de bissection. Cette différence de concept se traduit comme suit: la mesure de dose selon OSHA:

$$\text{Leq(OSHA)} = 16.6 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(T)}{16.6}} dt \right]$$

la mesure de dose selon ISO:

$$\text{Leq(ISO)} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(T)}{10}} dt \right]$$

T = temps total de la mesure.

L(T) = niveau de bruit en décibel d'une période donnée.

dt = variation de temps.

**TABLEAU 5 : NIVEAUX ÉQUIVALENTS DE BRUIT MESURÉS POUR DES PÉRIODES D'ACTIVITÉS CONTINUE DE 1 HEURE (MESURES INDICATIVES)**

Fonctions évaluées*	Leq (1 heure) OSHA	Leq (1 heure) ISO
Conducteur de chenillettes (vieux modèles)	95.5 ± 0.8	94.0 ± 4.6
Conducteur de chenillettes (modèles récents)	90.7 ± 2.2	89.8 ± 2.3
Opérateurs de souffleuses (vieux modèles)	92.9 ± 1.9	94.8 ± 0.9
Opérateurs de souffleuses (modèles récents)	89.3 ± 2.2	90.1 ± 1.8
Conducteurs de tracteurs-chargeurs	90.3 ± 3.0	91.3 ± 2.6
Opérateurs d'auto-niveleuses	83.9 ± 4.6	87.3 ± 3.4
Conducteurs de camion	83.7 ± 7.1	83.7 ± 2.5

NOTE: Les signaleurs-poinçonneurs ne sont pas inclus puisqu'ils ne sont pas attirés à un véhicule en particulier.

Le second tableau de mesures comparatives (tableau 6) nous permet de constater que dans l'ensemble l'utilisation des paramètres de mesure OSHA sous-estime d'environ 1.5 dB(A) les doses de bruit pour des niveaux autour de 90 dB(A) comparativement à la norme ISO. Pour les mesures de l'ordre de 85 dB(A), on note une sous-estimation plus grande de l'ordre de 3 ou 4 dB(A). À ces niveaux plus bas, l'effet du seuil d'intégration fixé à 85 dB(A) pour OSHA est plus grand sur l'enregistrement des doses comparativement à un seuil de 80 dB(A) utilisé pour la mesure selon ISO.

**TABLEAU 6 : DOSES COMPARATIVES ÉVALUÉES SELON ISO ET OSHA**

Fonctions évaluées		Leq ISO-1999 (8 heures)	Leq OSHA (Québec 8 heures)
Conducteur de chenillettes (vieux modèles)	(2)	96.4	94.6
Conducteur de chenillettes (modèles récents)	(6)	91.0	89.5
Opérateurs de souffleuses (vieux modèles)	(6)	93.8	93.8
Opérateurs de souffleuses (modèles récents)	(4)	91.1	90.0
Conducteurs de tracteurs-chargeurs	(10)	91.8	89.0
Opérateurs d'auto-niveleuses	(10)	86.9	83.5
Conducteurs de camion	(4)	84.5	78.0
Signaleurs-poinçonneurs	(4)	86.9	78.7

Au tableau 7, la répartition des temps d'exposition en pourcentage en deçà d'un niveau donné est présenté de façon comparative pour les deux façons de mesurer. On note des variations importantes des pourcentages respectifs de façon plus accentuée pour les niveaux inférieurs à 80 dB(A) et pour les fonctions où des expositions sont de l'ordre de 85 dB(A) (ISO).

**TABEAU 7 : MESURES COMPARATIVES DE LA RÉPARTITION DES TEMPS EN POURCENTAGE À UN NIVEAU DONNÉ SELON LES CRITÈRES DE MESURES OSHA ET ISO**

Fonction	Niveau équivalent	≤ 80 dB(A)	≤ 85 dB(A)	≤ 90 dB(A)	≤ 95 dB(A)	≤ 100 dB(A)
Conducteur de chenil- lettes (vieux modèles)	OSHA	65.4	59.1	49.5	21.1	1.1
	ISO	72.6	59.6	40.3	17.1	2.8
Conducteur de chenil- lettes (modèles récents)	OSHA	48.1	43.0	26.7	3.3	0.4
	ISO	62.7	50.0	28.4	3.1	0.1
Opérateurs de souffleuses (vieux modèles)	OSHA	58.8	52.0	41.4	25.6	0.5
	ISO	71.6	60.8	45.9	23.6	1.4
Opérateurs de souffleuses (modèles récents)	OSHA	63.3	53.7	20.0	1.4	0.0
	ISO	79.5	65.7	26.7	2.2	0.3
Conducteurs de tracteurs- chargeurs	OSHA	59.8	49.8	21.8	3.7	0.5
	ISO	70.6	60.3	30.2	6.3	0.7
Opérateurs d'auto- niveleuses	OSHA	36.8	22.6	4.4	1.1	0.2
	ISO	62.3	37.5	9.7	1.4	0.1
Conducteurs de camions	OSHA	26.1	18.3	10.2	5.0	1.3
	ISO	37.1	15.1	4.3	0.7	0.1
Signaleurs-poinçonneurs	OSHA	20.0	9.0	3.2	0.6	0.0
	ISO	36.9	17.8	6.6	1.7	0.2

#### 4 - DISCUSSION

##### 4.1 Exposition des travailleurs préposés au déneigement

Les travailleurs préposés au déneigement et au chargement de la neige sont soumis à des niveaux instantanés de bruit très élevés. En effet, l'examen des histogrammes de niveaux équivalent (1 minute) en fonction du temps indique très souvent des résultats supérieurs à 95 dB(A). Toutefois les caractères variables et intermittents de ces expositions ont pour effet de réduire les niveaux équivalents pour 8 heures à près de 90 dB(A) pour les conducteurs de chenillettes (modèles récents), les opérateurs de souffleuses (modèles récents) et les conducteurs de tracteurs-chargeurs. On note d'autre part des expositions plus élevées de 94 à 95 dB(A) pour les conducteurs de chenillettes (vieux modèles) et les opérateurs de souffleuses (vieux modèles). Cette situation s'explique en partie par des carences au niveau de l'insonorisation des cabines de ces véhicules et également du mauvais état des systèmes d'échappement. Des différences majeures dans la conception des nouveaux modèles ont sûrement contribué à réduire les niveaux de bruit émis par ces derniers.

L'utilisation de poste de radio personnel a contribué également dans quelques cas à une augmentation de la dose d'exposition (3). Une étude publiée récemment (8) démontre un accroissement de la dose de 1.9 dB(A) qui peut se traduire par une perte permanente de 4dB(A) après 20 ans d'exposition chez les travailleurs les plus sensibles. L'examen plus détaillé des profils d'exposition des travailleurs permet également de constater que l'opération des véhicules lorsque les fenêtres sont ouvertes a pour effet d'augmenter l'exposition d'au moins 3 dB(A). Une étude américaine révèle que pour des camions légers circulant à haute vitesse la différence d'exposition peut atteindre 20 dB(A) (9).

La répartition des temps d'exposition en deçà d'un niveau donné de bruit fournit des indications intéressantes sur la distribution de l'exposition en pourcentage à un niveau donné de bruit. Les tâches de conducteur de chenillettes (vieux modèles) et d'opérateurs de souffleuses (vieux modèles) avec respectivement 21.1 et 25.6 % du temps d'exposition supérieur ou égal à 95 dB(A) nous indique clairement que leur niveau équivalent 8 heures devrait se rapprocher de 95 dB(A); ce qui est d'ailleurs confirmé au tableau 3.

#### 4.2 Mesures comparatives selon OSHA et ISO

Pour de courtes durées d'opération continue (1 heure), les mesures effectuées selon les normes OSHA et ISO sont peu différentes pour les fonctions de conducteurs de chenillettes vieux modèles et modèles récents, pour les opérateurs de souffleuses vieux modèles et modèles récents et pour les conducteurs de tracteurs-chargeurs. Il semble que la différence entre les intégrations ISO et OSHA soit accentuée dans le cas des bruits intermittents, particulièrement à cause de leur seuil d'intégration différent.

Pour les opérateurs d'autoniveleuses, la différence observée est de plus de 3dB(A) et peut être attribuable au seuil d'intégration fixé à 85 et 80 dB(A) selon OSHA et ISO respectivement.

Le tableau 6, pour des doses rapportées pour une période de 8 heures permet de constater des variations de l'ordre de 1.5 dB(A) pour les 5 fonctions à potentiels de risque plus élevé (chenillette, souffleuse et tracteur-chargeur). Par contre, pour les autres fonctions à exposition plus basse, les différences sont de 3 à 8 décibels plus bas pour les mesures selon OSHA comparativement aux doses mesurées selon ISO.

Le tableau des mesures comparatives pour la répartition du temps indique des différences de proportion importante plus particulièrement pour les bas niveaux 80dB(A).

## 5. CONCLUSION

Les opérations de déneigement exposent les travailleurs à des niveaux de bruits élevés pour les tâches de conducteur de chenillette et les opérateurs de souffleuse.

Afin de réduire les niveaux d'exposition des travailleurs, des politiques strictes de remplacement des vieux équipements bruyants pourraient être appliquées en exigeant des spécifications serrées concernant les devis d'achat des équipements. Un entretien suivi des composantes mécaniques et des systèmes d'échappement des véhicules contribuerait sûrement à réduire les bruits émis lors des opérations de déblaiement et de chargement de la neige.

La méthode de mesure selon OSHA a pour effet de sous-estimer la dose de bruit dans la plupart des cas. Cette méthode de mesure devrait à court terme être remplacée par la méthode de l'ISO qui tient compte de l'énergie réelle totale perçue par l'oreille et par conséquent est plus appropriée pour évaluer le degré d'atteinte des travailleurs exposés au bruit.

Revue bibliographique

- 1.- Eng, W., Deserno, G., Exposition au bruit dans les véhicules automobiles à moteur diésel. Zeitschrift für Lärmkeämpfung, République fédérale d'Allemagne. Vol. 28, 1981 pp 147-153, ill., bibliogr.
- 2.- Pachlandi Georges. Bruit dans les cabines de poids lourd et atteinte auditive des conducteurs. (Extrait de données enregistrées par J.-C. Bruyère et T. Malherbe de l'IRT-CERNE) Recherche transport sécurité. Mars 1986
- 3.- Malherbe, T., Bruyère, J.C., Le bruit à l'intérieur des cabines de poids lourds 38 tonnes. IRT-CERNE, janvier 1984, NNB 219.
- 4.- Règlement sur la qualité du milieu de travail. L.R.Q.S.2.1, R-15. Gazette Officielle du Québec.
- 5.- International Standards Organization. Mise au points de l'ISO/DIS1999. Acoustique - Détermination de l'exposition du bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit.
- 6.- Association Canadienne de Normalisation : CAN/CSA - Z107.56-M86. Méthodes de mesure de l'exposition au bruit en milieu de travail. Une norme nationale du Canada.
- 7.- Bourque D., Perreault M. et Scory H. Manuel d'utilisation du programme d'analyses enregistrées par un dosimètre de bruit modèle MK-3 de la compagnie Dupont (Document interne IRSST - Programme Soutien Analytique).
- 8.- Skainar, S.F., Rorpter, L.H., Berger, E.H. and Pearson, R.G. The contribution of personal radios to the noise exposure of employees at one industrial facility. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 48(4) : 390-395 (1987).
- 9.- Kai-Hong Kam J., Noise exposure levels among 30 selected truck drivers. Journal of Environmental Health. September/october 1980.
- 10.- Hessel P.A., Heck M.M. and McJilton. Noise levels in over - the road tractors. Amer. Ind. Hygiene J. Vol.(43) 4/82.

ANNEXE 1

Exemple d'un rapport de  
mesure tel que développé par l'IRSST

Rapport de mesure de bruit  
=====

Numero de dossier : NIVELEUSE

Nom de l'industrie :

Numero de l'etablissement : 84128

Nom de l'employe :

Numero d'Assurance Sociale : --- --- ---

Poste de travail : OPERATEUR

Date : 85/01/14

Heure du debut et de la fin de l'echantillonnage : 18h 45m - 6h 35m

Demande par : Luc Menard

Echantillonnage fait par : Luc Menard

Parametres de mesure :

Niveau de critere : 90 dB(A)

Facteur de bissection : 3 dB

Niveau de seuil : 80 dB(A)

Resultat de l'echantillonnage :

Duree totale de la mesure : 11h 50m

Niveau equivalent de bruit : 85.8 dB(A)

Dose de bruit : 56 %

Niveau maximum de bruit (1 s.) : 109.3 dB(A)

Temps auquel est survenu le niveau maximum (1 s.) : 3h 42m

Le detecteur > 115 dB(A) ne fut pas enclenche

Niveau maximum de bruit (1/16 seconde) : 110.8 dB(A)

## GRAPHIQUE GENERAL

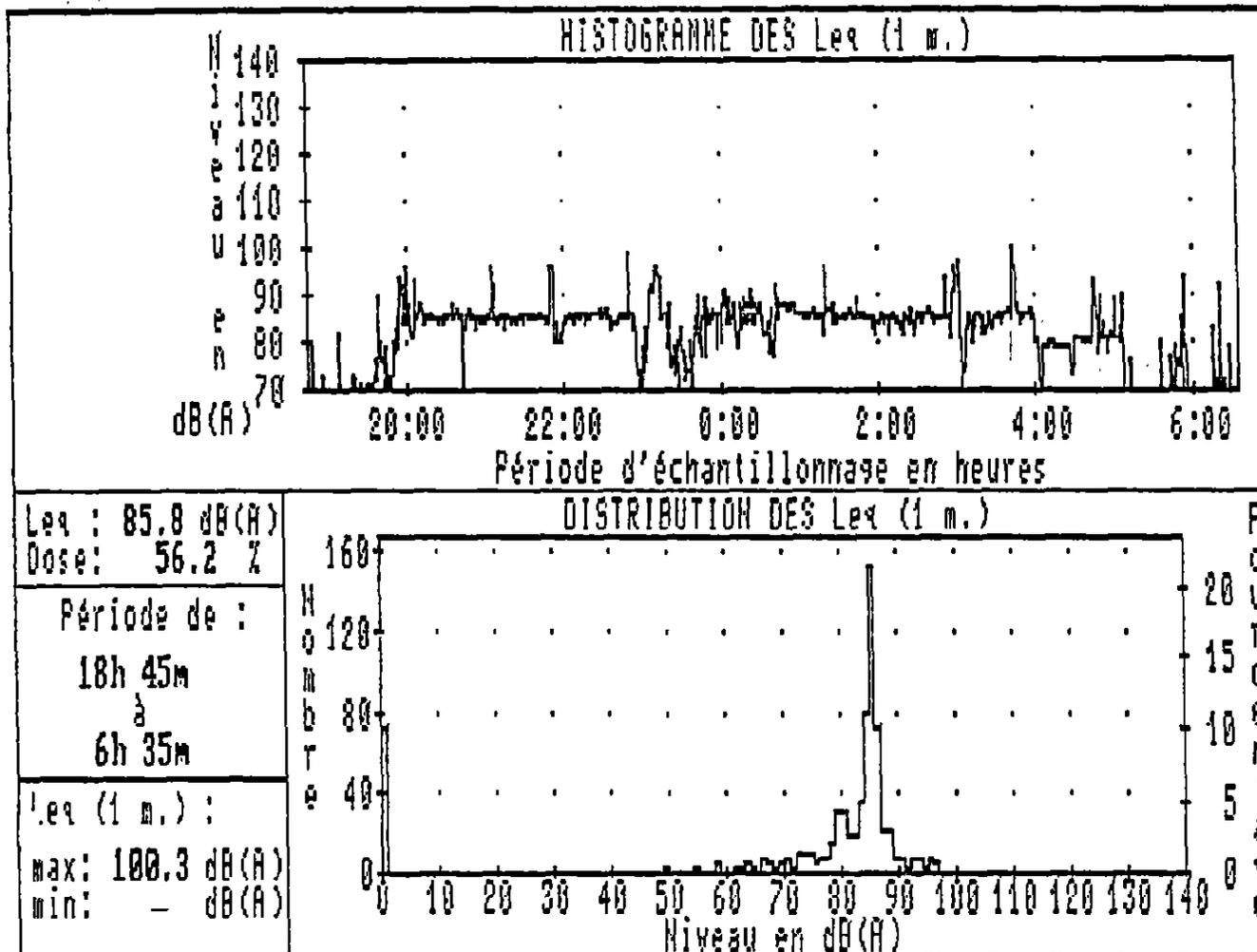


Tableau des resultats de l'analyse approfondie.

Periode		Duree	Leq	Dose	Leq (1 m)	
Debut	Fin				max	min
			dB(A)	%	dB(A)	dB(A)
18h 45m	0h 41m	5h 56m	86.1	30.1	98.7	-
0h 40m	6h 35m	5h 55m	85.5	26.1	100.3	-
1h 34m	2h 34m	1h 0m	85.1	4.0	88.8	81.6
20h 33m	21h 33m	1h 0m	86.2	5.2	95.9	-

Tableau de distribution  
 =====

DONNEES (dB)	NOMBRE	POURCENTAGE (%)
< 80	215	30.3
>=80 ET <85	183	25.8
>=85 ET <90	273	38.5
>=90 ET <95	26	3.7
>=95 ET <100	12	1.7
>=100 ET <105	1	0.1
>=105	0	0.0
>=80	495	69.7
>=85	312	43.9
>=90	39	5.5
>=95	13	1.8
>=100	1	0.1

Tableau des Leq (1 m.)

Min	0 HEURE	1 HEURE	2 HEURE	3 HEURE	4 HEURE	5 HEURE	6 HEURE	7 HEURE	8 HEURE	9 HEURE	10 HEURE	11 HEURE
1	0.0	75.0	83.0	85.4	85.8	77.5	88.2	85.6	84.9	88.2	88.8	70.9
	0.0	66.7	85.8	84.3	85.5	85.5	88.4	85.2	85.5	86.3	85.2	78.7
3	66.8	73.1	86.3	84.6	85.7	89.2	88.5	85.8	85.0	86.1	78.4	74.9
4	79.1	69.7	86.6	84.3	85.3	76.9	88.0	85.8	84.6	84.5	80.4	75.8
5	76.3	73.1	85.1	95.3	98.7	86.9	88.5	85.2	85.5	85.0	90.1	74.9
6	0.0	79.6	85.8	95.6	86.2	84.5	86.8	85.4	94.1	85.9	82.4	74.8
7	0.0	82.9	85.9	95.8	86.2	83.6	87.8	84.6	91.4	86.0	81.0	84.8
8	0.0	78.5	85.3	93.7	85.8	85.9	86.6	84.8	84.6	86.4	84.1	0.0
9	0.0	84.8	83.3	80.3	83.3	84.8	88.1	85.1	84.9	86.1	81.2	93.7
10	0.0	79.3	85.5	81.5	85.4	87.5	87.8	85.4	86.0	86.1	81.0	79.5
11	0.0	93.7	84.7	83.6	83.1	85.7	87.6	83.5	81.0	87.1	78.4	0.0
12	72.8	90.2	84.5	80.5	73.2	85.9	85.7	84.8	90.6	85.2	80.8	0.0
13	0.0	92.4	84.4	80.5	0.0	79.0	86.5	82.1	96.0	86.1	82.3	66.8
14	58.6	83.8	85.1	80.4	74.2	86.3	86.4	83.5	93.8	85.2	81.4	0.0
15	0.0	96.0	84.5	82.0	66.4	86.0	85.9	84.0	94.0	80.4	81.0	0.0
16	0.0	84.5	84.3	83.8	78.6	80.2	85.7	83.9	92.2	80.2	89.4	0.0
17	0.0	84.3	84.7	84.7	72.7	88.0	85.9	84.2	96.6	80.6	81.2	0.0
18	0.0	87.7	85.8	85.1	83.4	90.7	85.8	85.6	80.8	78.0	81.4	0.0
19	0.0	88.0	84.6	84.6	75.8	87.7	85.3	84.9	0.0	72.0	81.2	0.0
20	0.0	81.8	86.6	85.8	78.7	84.3	85.9	84.4	73.8	70.5	83.1	0.0
21	0.0	80.6	95.9	85.7	90.9	87.4	85.7	84.7	74.7	78.9	79.9	0.0
22	0.0	93.2	92.3	85.3	92.3	88.8	85.3	84.8	83.5	78.9	89.6	0.0
23	0.0	85.4	85.5	85.3	92.0	84.1	85.8	84.4	82.7	79.3	79.9	54.5
24	82.5	86.4	85.4	84.5	90.6	83.9	85.6	81.8	85.8	79.2	64.8	0.0
25	54.3	88.0	84.3	85.7	93.1	85.2	85.9	85.2	84.6	79.3	0.0	0.0
26	0.0	88.2	85.5	85.6	95.5	88.2	86.7	85.1	84.2	79.6	63.4	49.6
27	0.0	86.7	85.6	85.6	95.7	81.1	86.3	85.6	79.9	79.6	0.0	49.6
28	0.0	87.3	85.1	85.5	94.3	82.3	85.2	85.0	84.7	79.6	76.2	0.0
29	0.0	84.2	86.0	86.1	93.6	78.6	85.2	84.3	83.2	79.7	57.7	0.0
30	0.0	86.2	86.2	85.7	84.9	87.7	85.6	85.2	86.1	79.6	0.0	60.5
31	0.0	85.6	83.5	86.0	85.5	82.9	86.3	83.7	86.4	79.5	0.0	75.6
32	58.8	85.5	86.2	84.4	85.8	87.2	85.1	83.4	85.9	79.5	0.0	83.2
33	69.6	84.6	85.9	85.2	85.9	89.4	85.8	84.0	84.9	79.5	0.0	0.0
34	73.3	85.0	85.5	85.9	79.1	83.8	82.1	81.6	81.9	79.5	0.0	72.0
35	67.0	86.2	85.4	85.0	78.7	88.1	96.1	85.8	84.6	79.5	0.0	0.0
	63.7	84.8	84.3	85.5	88.0	84.7	86.2	85.3	82.3	79.4	0.0	92.4
	72.3	85.5	85.5	86.1	80.7	84.1	87.0	85.5	81.9	79.5	0.0	65.9
38	0.0	84.6	84.9	85.9	75.5	91.1	86.6	84.5	82.6	79.0	0.0	66.9
39	61.8	85.1	83.8	85.6	76.6	83.8	86.6	84.4	85.7	79.4	0.0	72.4
40	70.4	84.5	83.9	86.0	73.0	88.9	86.5	86.7	85.9	79.3	0.0	0.0
41	70.9	85.4	85.1	86.1	79.4	83.6	84.0	85.3	84.4	79.0	0.0	61.3
42	67.2	84.7	85.7	85.6	74.2	87.9	87.7	84.4	83.1	79.0	0.0	0.0
43	62.2	85.3	85.3	87.2	68.9	86.6	84.4	82.2	83.6	73.1	0.0	0.0
44	67.3	83.7	85.3	86.2	80.4	86.4	86.0	83.1	84.8	74.6	0.0	78.6
45	58.8	85.7	83.9	85.4	83.1	85.8	85.4	85.6	85.1	78.0	0.0	64.1
46	70.2	85.6	86.2	86.4	80.6	87.8	85.1	85.8	85.8	81.0	66.3	68.5
47	71.1	85.3	85.7	86.2	77.7	84.3	85.4	85.5	85.6	80.9	0.0	66.5
48	0.0	86.5	84.8	87.0	72.3	85.3	85.1	83.9	85.1	80.8	58.5	0.0
49	69.3	86.1	84.9	84.7	77.2	82.1	86.0	86.5	83.7	80.8	68.2	69.4
50	71.1	86.4	86.1	87.0	72.9	81.7	85.7	85.5	85.0	81.0	73.0	74.4
51	73.2	88.1	85.5	84.8	73.6	82.1	85.4	85.8	86.3	80.5	80.1	
52	76.5	85.3	86.3	82.7	80.0	84.0	86.5	86.5	85.9	80.3	63.8	
53	71.6	85.6	84.9	83.5	67.2	77.9	86.8	86.3	86.0	80.8	62.8	
54	89.8	86.1	85.5	83.8	77.3	87.4	86.8	87.0	85.9	80.6	0.0	
55	77.5	87.0	84.9	84.1	82.9	79.7	85.9	86.4	86.7	80.3	63.0	
56	80.4	85.5	84.8	84.5	82.5	76.6	85.7	86.3	85.9	80.6	67.4	
57	76.2	86.1	85.4	84.3	84.6	91.8	85.2	85.1	85.2	80.3	0.0	
58	77.5	85.6	86.4	84.7	89.8	89.2	85.5	84.0	100.3	80.2	76.9	
59	70.8	0.0	84.9	85.6	80.0	85.5	88.8	85.1	96.1	92.7	69.4	
60	78.8	74.9	85.2	86.0	82.6	88.1	86.3	85.5	86.6	88.1	72.4	