

**L'EXPOSITION AU BRUIT DES POLICIERS MUNICIPAUX
DE LA MONTÉRÉGIE**

- volet pratiques de tir

***Nocivité, mesures préventives et éléments
pour l'élaboration d'un
sous-programme de santé spécifique***

1. Document de référence

à l'intention des équipes de santé au travail

Préparé par :

**Pauline Fortier, M.O.A.
Audiologiste**

**Équipe de santé au travail
Direction de la santé publique
Régie régionale de la Montérégie**

Février 1996

WA
4875
P66

F678
1996



Direction de la Santé publique de la Montérégie
Complexe Cousineau
5245, boulevard Cousineau, bureau 3000
Saint-Hubert, Québec
J3Y 6J8

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC
CENTRE DE DOCUMENTATION
MONTREAL

REMERCIEMENTS

- L'auteure remercie particulièrement messieurs **Raymond Hétu**, professeur agrégé et directeur du *Groupe d'Acoustique de l'Université de Montréal (GAUM)* ainsi que **Jean Nicolas**, professeur agrégé et directeur du *Groupe d'Acoustique et Vibrations de l'Université de Sherbrooke (GAUS)*. Leur diligence à répondre à ses questions sur la problématique de la nocivité de l'exposition aux tirs dans l'exercice de la fonction de policier et des solutions à mettre en oeuvre pour en limiter l'importance fut très appréciée.
 - De plus, elle est redevable aux **directeurs, moniteurs et instructeurs de tir** des services policiers municipaux qui ont répondu avec beaucoup d'empressement au **questionnaire sur la pratique de tirs** et plus particulièrement à ceux des villes de **Beloeil, St-Bruno, St-Hubert, St-Hyacinthe** qui l'ont accueillie dans leurs locaux lors de la phase de validation dudit questionnaire.
 - Merci à **Michel Allard**, sergent détective et représentant à la prévention au SPCUM et à **Michel Poirier**, moniteur de tir au service de police de la municipalité de Candiac, pour leurs judicieuses informations particulièrement sur les armes et balles utilisées sur le «terrain».
 - Merci à **Hélène Crevier**, agente de recherche à l'équipe régionale de santé au travail pour sa précieuse collaboration plus particulièrement à la conception et validation du **questionnaire sur la pratique de tirs** ainsi qu'à la recherche documentaire. Merci à **Luce Gervais**, agente de recherche, pour son esprit critique à la relecture dudit questionnaire.
 - Merci aussi à **Daniel Nadeau**, médecin-conseil à l'équipe de santé au travail, pour son apport à certains aspects d'ordre «médicaux» reliés à la problématique de la surdité traumatique.
 - Finalement merci à **France Brouillet**, secrétaire à l'équipe régionale de santé au travail, pour son minutieux travail de traitement de texte.
-

***Veillez noter que l'usage du masculin
réfère indifféremment aux personnes de
l'un ou l'autre sexe. Il est utilisé
expressément pour ne pas alourdir le texte.***

***Veillez noter aussi que le concept de dose
rapporté dans ce texte correspond, de fait,
au niveau d'exposition LAeq en référence à
une durée de 8 heures, 40 heures, etc... et
non à un pourcentage pourtant sous-tendu
par cette appellation de dose.***

Bien spontanément, au-delà des mots...

Tout au cours de la rédaction de ce document je n'ai pu m'empêcher de penser à toi, Raymond. Comment aurait-il pu en être autrement... compte tenu du nombre de fois que j'ai cité tes travaux des vingt dernières années!

Je n'ai pu qu'apprécier la chance (encore une fois!) que j'ai eue d'avoir pu discuter librement de ce dossier avant ta tragique disparition... C'est dire à quel point ton opinion, tes avis m'étaient si précieux!

Bien égoïstement, j'espère que de là-haut, tu continueras à inspirer mes actions et surtout que je continuerai à bien utiliser le grand héritage que tu m'as légué au plan professionnel...

Sincèrement! Ta collègue (comme tu te plaisais si bien à m'appeler ...)

Pauline

TABLE DES MATIÈRES

I	INTRODUCTION	1
II	RAPPELS ET MINI MISE À JOUR SUR LES BRUITS IMPULSIONNELS	3
	a) Définition des bruits impulsionnels et paramètres descripteurs	3
	b) Critères de nocivité	6
	c) Caractéristiques de l'atteinte auditive	11
	d) Autres effets extra-auditifs rapportés	12
III	CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPOSITION AU BRUIT DES POLICIERS LORS DU TIR ET RISQUES À LA SANTÉ	14
	a) Déroulement d'une séance de tir et armes utilisées	16
	b) Déterminants de l'exposition au bruit	18
	c) Critères de nocivité	29
	d) L'exposition au bruit des moniteurs (instructeurs) de tirs	33
IV	MESURES PRÉVENTIVES À FAVORISER	38
	a) Réduction à la source	38
	b) Réduction le long des voies de transmission (traitement acoustique et isolation des moniteurs)	39
	c) Mesures administratives	40
	d) La protection auditive	42
V	ÉLÉMENTS POUR L'ÉLABORATION D'UN SOUS-PROGRAMME DE SANTÉ SPÉCIFIQUE	79
VI	PERSPECTIVES ET CONCLUSION	84

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES :

- Annexe 1 :** Questionnaire sur la pratique de tirs dans les
différents services de police de la Montérégie
- Annexe 2 :** Exemple de parcours de tir
- Annexe 3 :** Illustrations d'armes à feu utilisées par les policiers municipaux
lors des pratiques de tir
- Annexe 4 :** Reproduction de l'article de Lalonde, M. et Fortier, P. (1995)
dans la revue Travail et Santé
- Annexe 5 :** Présentation succincte de l'étude du GAUS à venir sur l'évaluation
des protecteurs auditifs dans le contexte du tir d'armes à feu
- Annexe 6 :** Information sur les protecteurs auditifs non conventionnels de type
à atténuation non linéaire en fonction du niveau sonore.
- Annexe 7 :** Information complémentaire sur la protection associée au port combiné
d'embouts et d'une coquille

CHAPITRE I

INTRODUCTION

La synthèse la plus complète des agresseurs potentiellement nocifs pour la **santé** des policiers québécois est sans contredit celle provenant des études du DSC St-Luc (1).

En ce qui concerne **l'exposition au bruit** on y fait référence aux sources suivantes, plus particulièrement pour les policiers patrouilleurs : bruits de la circulation, de la sirène ou du radio-téléphone du véhicule de patrouille et du véhicule lui-même (habituellement : automobile, motocyclette et, pour certains, bateau hors bord).

À partir des enquêtes de temps et de mouvements et de la révision des relevés sonométriques/dosimétriques réalisés par ces auteurs dans la région métropolitaine, nous avons nuancé les résultats obtenus à la lumière des conditions prévalant lors des échantillonnages : circulation routière extrême, conduite dans des tunnels (réverbération), type de véhicule, conduite fenêtre ouverte etc.,.

Malgré la méthode d'échantillonnage utilisée (conforme aux dispositions du RQMT) la dose annuelle estimée demeure vraisemblablement tout au plus voisine mais probablement inférieure à notre niveau d'intervention de 85 dB_A (q=3).

Par contre l'exposition associée à **l'utilisation d'armes à feu**, moins bien documentée à cette époque, peut présenter sans contredit une condition extrêmement nocive puisqu'elle sollicite le système auditif au point d'en excéder les limites de tolérance.

Compte tenu des différents contextes dans lesquels interviennent les services policiers du territoire montérégien, l'utilisation d'armes à feu est d'abord associée prioritairement à la pratique de tirs (dans une salle ou à l'extérieur : champ de tir) et dans une proportion **beaucoup moindre** aux tâches quotidiennes (tirs de prévenus dans des conditions **extrêmes** de menace à la sécurité ou abattage d'animaux blessés).

Cette exposition se caractérise habituellement par des niveaux de pression acoustique de crête très élevés pour les tireurs (de l'ordre de 162 à 172 décibels linéaire) associés toutefois à une fréquence de pratiques plus ou moins limitée lorsque rapportée sur une base annuelle (2,3,4). C'est ce dernier élément qui peut amener les intervenants du domaine de la santé du travail à sous-estimer le risque potentiel associé à ces pratiques de tirs.

C'est ainsi que par ce document nous souhaitons faire une mise au point sur la nocivité réelle de cette exposition et, conséquemment, présenter les mesures préventives à favoriser.

Parce que les indicateurs de nocivité conventionnels (dose LA_{eq} , rapportée sur une base quotidienne, mensuelle ou annuelle) présentent des limites non négligeables dans l'évaluation de ce risque, il nous est apparu important d'intégrer certains rappels et mise à jour sur les bruits impulsionnels en début de texte.

Par la suite, nous appliquerons ces notions théoriques aux conditions environnementales prévalant lors du tir au fusil des policiers municipaux. Nous fournirons l'information nécessaire pour la compréhension des données disponibles dans la littérature afin que vous puissiez être en mesure de mieux interpréter la nocivité de l'exposition des policiers de votre territoire. **Lorsque les doses d'exposition ne représenteront pas un bon prédicteur de nocivité, nous proposerons des critères basés sur un indicateur d'un autre type.**

Une fois la nocivité de cette exposition au bruit clarifiée, nous explorerons et détaillerons les mesures préventives à favoriser.

Finalement, nous aborderons le **sous-programme de santé/bruit** des policiers municipaux en insistant plus particulièrement sur le type d'activités à mettre en oeuvre auprès des divers groupes d'acteurs concernés par cette problématique. Ces activités sont par ailleurs détaillées dans un **cahier d'animation** complémentaire à ce document.

CHAPITRE II

RAPPELS ET MINI MISE À JOUR SUR LES BRUITS IMPULSIONNELS

II

Rappels et mini mise à jour sur les bruits impulsionnels

a) Définition des bruits impulsionnels et paramètres descripteurs

Les scientifiques s'entendent généralement pour identifier les bruits impulsionnels comme faisant partie d'une classe à part. Les fluctuations instantanées de pression acoustique très rapides dans le temps qui les caractérisent constitueraient en soi un indice de leur nocivité particulière sur le système auditif (58).

Afin d'uniformiser notre terminologie lorsqu'on réfère à ce type de bruits, mentionnons que (5) :

- . le terme «bruit impulsionnel» permet d'en identifier le type par comparaison aux autres bruits tels continus, fluctuants et intermittents. Il réfère donc à la nature du bruit.
- . ce bruit «impulsionnel» se subdivise en deux classes selon leur source soit :

la détonation i.e. l'explosion, l'échappement subi dans un gaz (ex., tir au fusil). La durée totale de l'onde ne dépasse habituellement pas les quelques msec.

et

l'impact qui résulte du choc entre deux structures (par exemple : coup de masse sur une plaque de métal). Il se prolonge plus longtemps dans le temps.

Certains auteurs subdivisent plutôt les bruits impulsionnels en deux classes sur la base du milieu qui les caractérise. On parle alors d'onde réverbérée : lorsque l'impact ou la détonation survient dans un local par opposition à une onde non réverbérée lorsque l'un ou l'autre se produit à l'extérieur (ex. dans un champ de tir).

Ces définitions ne sont évidemment pas conformes avec celles actuellement dictées dans le RQMT à l'article 1 b) et c) et qui réfèrent exclusivement à la fréquence d'occurrence (cadence) pour distinguer les bruits «d'impact» des autres types de bruit (6).

Dans un but de simplification, nous référons uniquement à la nature du bruit dans ce texte, soit «impulsionnel».

Bien qu'il s'agisse d'ondes acoustiques complexes, on peut toutefois les caractériser plus précisément au moyen des huit (8) **descripteurs** suivants :

1. **Le niveau de pression acoustique de crête** : soit le niveau maximal atteint par l'onde durant chaque occurrence*. Il est souvent mesuré en décibels linéaire ($\hat{L}_p$ lin.)
2. **Le nombre*** : le total des occurrences sur une période donnée : jour/mois/année.
3. **La durée de décroissance** : définie par différents paramètres dans la littérature, soient les durées A à C (non détaillées ici) et la **durée totale** de l'onde.
4. **Le spectre** : la distribution en fréquences du niveau de pression acoustique.
5. **La durée de montée** : le délai pour l'atteinte du niveau de pression acoustique de crête par rapport au bruit de fond pré-existant.
6. **La polarité** : partie positive (condensation) ou négative (raréfaction) de l'onde.
7. **La cadence** : fréquence d'occurrence (par seconde ou par minute).
8. **Le niveau de bruit de fond** : les autres sources de bruit qui se superposent au bruit impulsionnel.

La **figure 1** de la page suivante, tirée de la référence 7, permet d'identifier certains de ces descripteurs.

* Ce sont les deux seuls descripteurs tenus en compte aux articles 48 et 49 du RQMT. (6)

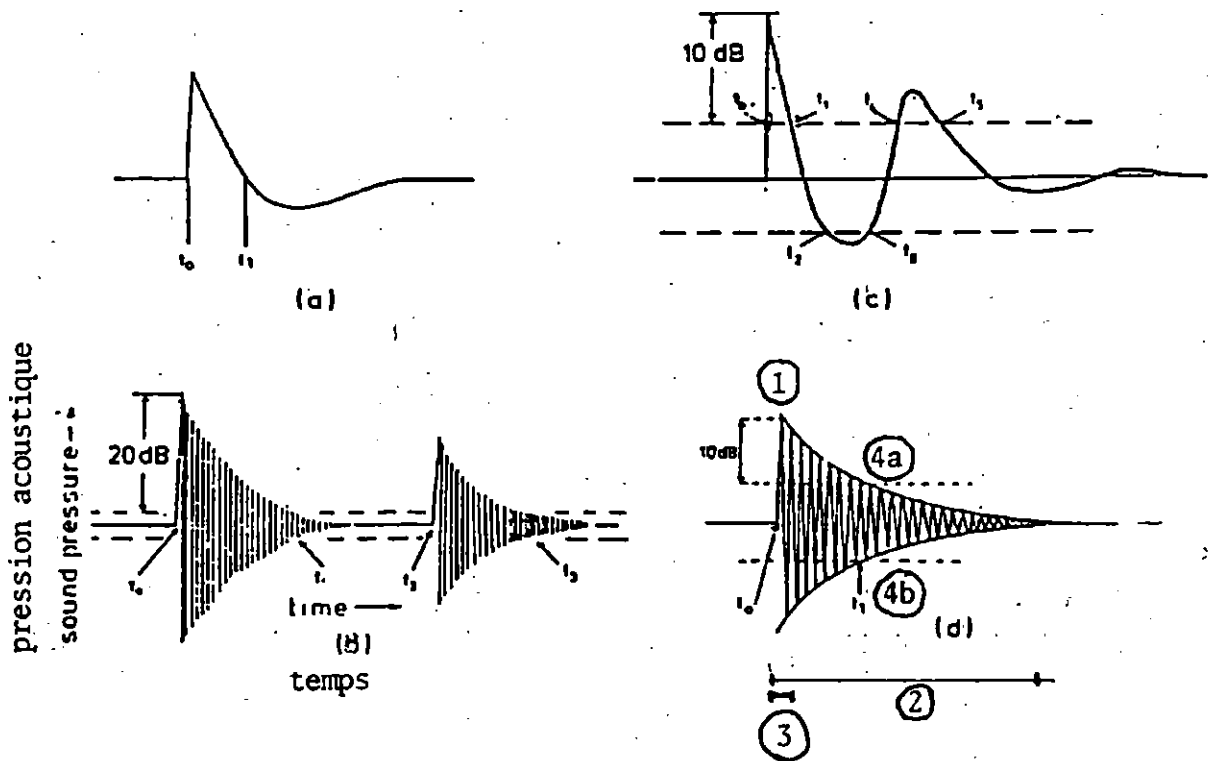


FIGURE 1

Illustration de quatre ondes impulsionnelles
a) et c) de type non-réverbéré et détonation ou impact
b) et d) de type réverbéré et impact ou détonation

Légende sur d)

- ① pression acoustique de crête
- ② durée totale : temps écoulé entre le début et la fin de l'onde
- ③ durée de montée : temps écoulé entre le début de l'onde et le moment où la pression acoustique de crête survient
- ④ la polarité a) condensation : partie supérieure
 b) raréfaction : partie inférieure

b) Critères de nocivité

Au cours des vingt à trente dernières années on peut recenser, dans la littérature scientifique, plus de soixante-dix études s'étant intéressées à la nocivité des bruits impulsionnels. Elles ont porté sur l'influence de l'un ou l'autre des huit (8) descripteurs précédemment énoncés. Elles ont donc procédé soit chez l'animal, à partir d'enquêtes histologique ou morphologique, soit chez l'humain à l'aide d'études épidémiologiques (surdité permanente) ou de fatigue auditive (surdité temporaire) mesurée en laboratoire.

Il en ressort que l'on dispose d'un ensemble de données très diversifiées mais pas toujours comparables entre elles compte tenu des nombreuses variables qui diff rent entre ces études (8).

Ainsi, s'il existe un certain consensus dans la communauté scientifique à l'effet d'établir le critère de nociv t  pour les bruits continus à un niveau voisin de 80dB_A basé sur le principe d'égale énergie (LAeq) (9), on ne dispose pas à ce jour d'un tel critère applicable à l'ensemble des bruits impulsionnels.

De ces différentes études on peut toutefois dégager les éléments suivants :

- . On constate une **très grande variabilité** dans la réponse du système auditif d'un groupe de sujets (animal, humain) suite à une exposition à un bruit impulsionnel donné. Chez certains, les effets seront dévastateurs tandis que pour d'autres il seront beaucoup plus négligeables (10). Bien qu'une telle **variabilité** dans la «sensibilité» individuelle est aussi notée pour les bruits continus, elle est cependant plus marquée pour les bruits impulsionnels (8).
- . Plus particulièrement à partir d'** tudes de fatigue auditive chez l'humain**, on peut faire ressortir une certaine hiérarchie dans l'influence des divers descripteurs des bruits impulsionnels sur le risque d'atteinte auditive. Ils sont, dans l'ordre*, : **le niveau de pression acoustique de cr te, le nombre, la durée et le spectre** (le plus nocif étant celui qui culmine autour de 2 à 4 kHz, soit la zone de sensibilité optimale de l'oreille) (11,12).

* En ce qui concerne la **cadence**, la plus nocive se situerait autour de une impulsion à la seconde. Une cadence plus lente permettrait à l'oreille une certaine récupération de la fatigue auditive entre deux occurrences du bruit alors qu'une cadence plus élevée pourrait, jusqu'à une certaine limite, permettre de réduire quelque peu le niveau de pression acoustique qui se rend à l'oreille interne grâce à l'effet résiduel des déclenchements successifs du réflexe acoustique dans l'oreille moyenne (13, 14, 15).

Ces quatre descripteurs sont bien tenus en compte dans la mesure de la dose d'exposition (LA_{eq3}). Cette dose rendrait assez bien compte des effets des bruits impulsionnels sur l'audition bien qu'elle constitue un indicateur de nocivité imparfait. En ce sens, la norme ISO 1999.2 recommande de majorer la dose mesurée de $5dB_A$ pour tenir compte de la nocivité accrue de ces bruits. En effet, l'atteinte auditive serait équivalente à celle consécutive à l'exposition de bruits continus de cinq (5) décibels supérieurs (16, section 1, remarque 3).

Il existe toutefois un niveau où la réponse (sensibilité) du système auditif n'est plus linéaire en fonction de l'augmentation du niveau de pression acoustique de crête du bruit (8,17,18). Cette non-linéarité réfère plus particulièrement à un **seuil de fragilité de l'oreille interne**. C'est à ce moment que la relation reconnue entre la dose d'exposition et les effets consécutifs sur l'audition ne tient plus : le mécanisme d'agression de l'oreille interne ne passe plus nécessairement par une fatigue métabolique des cellules sensorielles mais plutôt par une astreinte mécanique. C'est ce phénomène que nous décrivons plus en détail dans les prochains paragraphes.

Ce **seuil de fragilité** représente, de fait, une frontière entre des effets auditifs plutôt limités et d'autres particulièrement marqués chez un individu donné. La **figure 2**, tirée de la référence 15, illustre bien ce phénomène. Ici, en deçà d'un certain niveau de pression acoustique de crête (identifié par NC), la fatigue auditive mesurée est relativement limitée pour ensuite s'accroître très rapidement malgré la faible augmentation de niveau.

Dans la littérature, on déclare ce seuil «le **niveau critique**» soit le niveau de pression acoustique de crête en deçà duquel l'oreille peut tolérer un assez grand nombre d'impulsions et au-delà duquel elle devient rapidement très vulnérable. En laboratoire, on le recherche en soumettant les sujets à un nombre restreint d'impulsions variant habituellement entre 30 et 60.

Au delà de ce niveau seuil, des effets importants peuvent donc être induits au niveau du système auditif malgré ce nombre limité d'impulsions (réf. 12,14; 19 à 25).

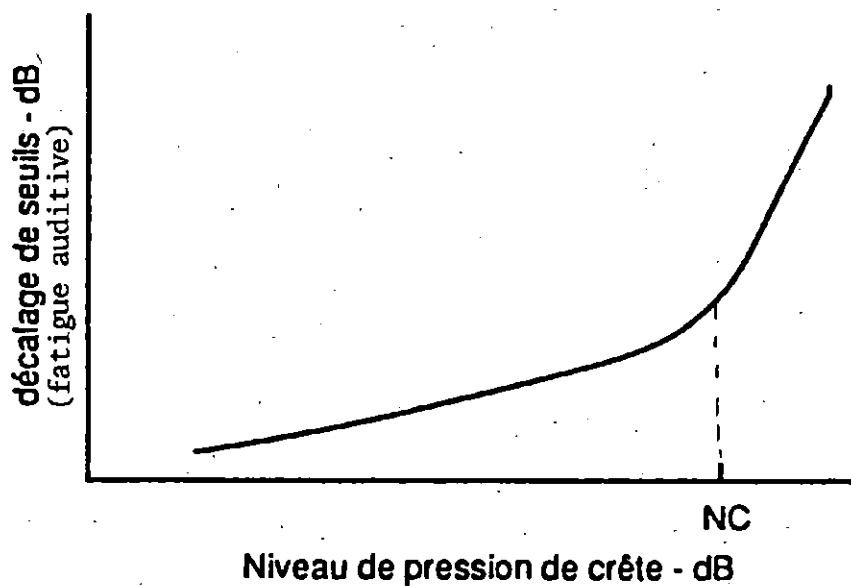


FIGURE 2

Illustration du concept de «niveau critique» pour un nombre constant d'impulsions (ici: 60). Le niveau critique (NC) correspond au point d'inflexion dans la courbe : il représente le niveau de pression acoustique de crête au-delà duquel la fatigue auditive augmente de façon beaucoup plus prononcée.

Ces dommages peuvent consister en des **lésions mécaniques** quasi immédiates* au niveau des cellules ou membranes de l'oreille interne ou encore en une **fatigue auditive marquée** ($\geq 35\text{dB}$) dite «pathologique». La durée moyenne de récupération d'une telle fatigue n'est plus de 16 heures comme pour une exposition de 8 heures à des bruits «continus» de niveaux entre 75 et 90dBA (26). On retrouve alors plutôt divers patrons de récupération (27). Par exemple, elle peut se prolonger pendant 24 à 48 heures. La surdité permanente pourrait être précipitée si une nouvelle exposition survient avant la récupération complète de cette fatigue auditive. Dans d'autres cas aussi, elle n'est jamais entièrement récupérée et une certaine atteinte permanente persiste. La **figure 3**, tirée d'un document provincial de formation (28), illustre bien ces éventualités : il y a une limite à la fatigue auditive que peuvent tolérer les cellules de l'oreille interne et à leur capacité de récupération.

La **forte variabilité** inter-individuelle rapportée plus tôt existe aussi pour le **niveau critique**. On peut facilement retrouver plus de vingt (20) décibels d'écart entre les niveaux crêtes critiques parmi les individus les plus sensibles et les moins sensibles d'un groupe exposé à un bruit impulsionnel donné. (12,15,29,30).

À cause aussi des nombreux paramètres caractérisant les bruits impulsionnels on n'a pu, à ce jour, identifier un seul niveau critique valable pour tous les bruits impulsionnels (59). Toutefois, plus les caractéristiques des descripteurs les plus critiques pour la nocivité des bruits impulsionnels sont **défavorables** (longue durée, cadence autour de une par seconde, spectre culminant autour de 2-4 kHz,...) et plus le niveau critique pour un individu donné correspond vraisemblablement à un niveau de pression acoustique de crête de plus en plus faible (11,12,18).

Avec la même logique, plus le niveau de pression acoustique de crête augmente et plus un grand nombre d'individus sont susceptibles d'avoir atteint ou dépassé leur niveau critique. C'est le cas notamment à des **niveaux voisins ou supérieurs à 140dB** (linéaire) (31-32). En ce sens, la norme ISO émet une mise en garde très claire à l'effet que l'utilisation du principe d'égale énergie (dose $q=3$) en présence de bruits impulsionnels de niveau de pression acoustique de crête supérieur à 140dB linéaire est une extrapolation très hasardeuse sous-estimant ainsi fort probablement le risque d'atteinte (16 section 1, 33).

* Pour certaines personnes, dans des conditions extrêmes de nocivité, une seule impulsion suffit. Consultez, à cet effet, le préambule du chapitre III.

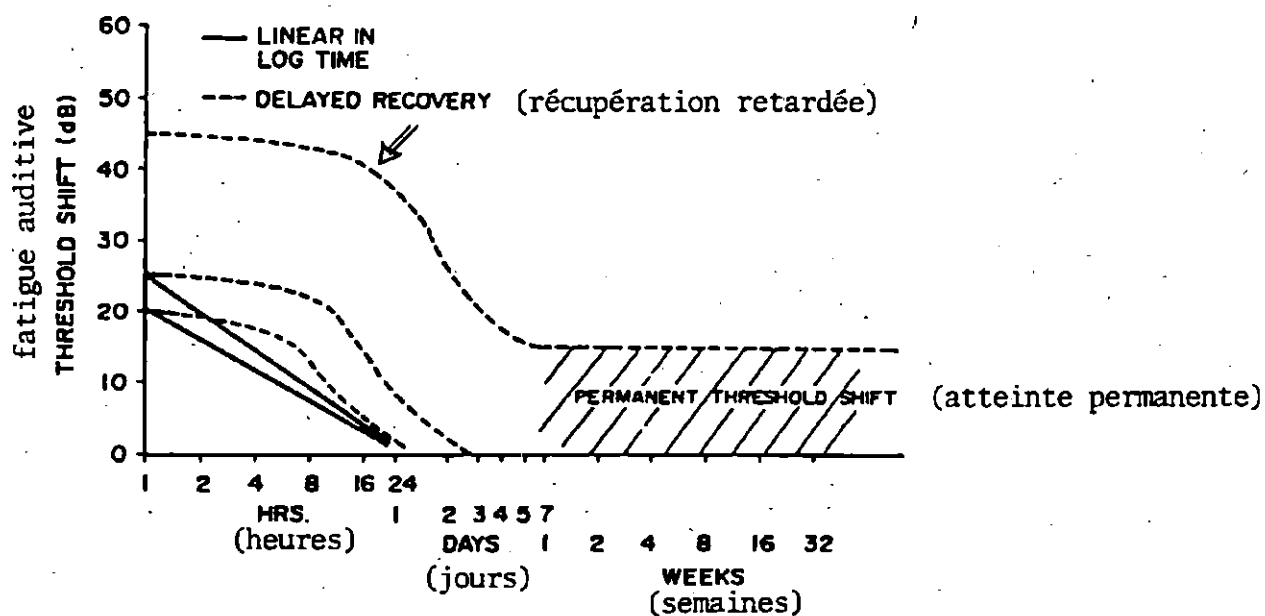


FIGURE 3

Différents patrons de récupération d'une fatigue auditive secondaire à une exposition à des bruits impulsionnels nocifs.

Ainsi, compte tenu des informations rapportées dans cette section, il est possible que le **concept de dose** ne constitue pas un bon prédicteur du risque d'atteinte associé à l'exposition au bruit d'armes à feu. Si le concept de **niveau critique** est alors plus valable, nous proposerons un critère de nocivité en s'inspirant d'études qui ont permis d'identifier de tels niveaux critiques chez des sujets exposés à des bruits impulsionnels dont les paramètres (durée, spectre, cadence, etc...) s'apparentent le mieux à ceux prévalant dans les salles ou champs de tir. Nous y reviendrons dans le chapitre III alors que nous caractériserons l'exposition des policiers au bruit d'armes à feu.

c) **Caractéristiques de l'atteinte auditive permanente**

Certaines ont déjà été mentionnées à la section précédente, soit : l'atteinte plus marquée, à énergie égale, pour les bruits impulsionnels comparativement aux bruits continus ainsi que l'accélération du processus d'acquisition de la surdité particulièrement si le niveau crête critique est dépassé. Aussi, à cause des nombreux paramètres associés à ces bruits, l'atteinte à l'oreille interne se caractérise par des configurations multiples telles : une atteinte très marquée en hautes fréquences, une atteinte relativement uniforme sur tout le spectre, etc..., (19,34,35). Néanmoins, en ce qui concerne l'exposition à des armes comme celles utilisées généralement par les policiers, l'atteinte causée par le bruit, qu'elle soit **d'origine traumatique** (soudaine) ou **graduellement acquise**, est habituellement plus marquée pour les fréquences égales ou supérieures à 2kHz.

D'autre part, le champ sonore du bruit est du type «omnidirectionnel» puisque la majorité des armes utilisées sont pointées à bout de bras (revolver, pistolet) et non placées à l'épaule (fusil). L'exposition est relativement semblable aux deux oreilles. Le profil de l'atteinte auditive est plutôt symétrique à moins qu'elle soit d'origine traumatique. Habituellement alors, une oreille «cède» à la pression acoustique extrême (21,22,36,37,38,39).

Les incapacités rapportées sont typiques d'une surdité professionnelle : acouphènes; problèmes de détection des signaux sonores et de la voix; de communication plus marquée en présence de bruit de fond; intolérance plus notable aux sons forts, etc.

Particulièrement lorsque l'atteinte est d'origine traumatique, on note la présence de symptômes tels oreille «feutrée»; malaise, douleurs dans le fond de l'oreille et d'autres encore plus rares relevant spécifiquement de la sphère vestibulaire : légères nausées et sensations d'instabilité passagères (39,40,41,42,43).

Bien que l'on soupçonne que certains troubles vestibulaires apparaissant à des âges plus avancés puissent trouver leur origine dans une telle hyper-stimulation sonore antérieure, il n'y a à ce jour aucune évidence parfaitement documentée dans la littérature (41,43).

Finalement, lorsque les niveaux de pression acoustique de crête sont extrêmes (≥ 175 dB linéaire) comme lors de l'utilisation d'artillerie lourde tels canon ou bazooka, l'atteinte peut aussi témoigner de dommages à l'oreille moyenne. Une perforation tympanique à l'une ou l'autre ou aux deux oreilles est la séquelle la plus souvent diagnostiquée (37,42,45,46,47).

d) Autres effets extra-auditifs rapportés

On parle bien sûr ici des symptômes de stress et d'intolérance au bruit souvent rapportés dans la littérature (28,29). Dans les cas particuliers du tir d'armes à feu, l'intolérance au bruit peut être assimilable au dépassement du seuil de douleur. De plus, des effets très évidents de «vibrations» du corps peuvent être ressentis. Ils s'expliquent en premier lieu par la puissance de la détonation et, pour les observateurs, aussi par les nombreuses réflexions de l'onde dans le local. On réfère surtout ici aux tirs d'armes et de balles plus puissantes (tel un revolver 357 magnum avec balles de service) particulièrement dans une salle non traitée acoustiquement (2,48).

C'est ce qui fait dire à plusieurs policiers qu'il est impensable de ne pas porter de protecteurs lorsqu'ils tirent bien qu'ils puissent aussi ressentir une sensation désagréable qu'ils associent au transfert, sur leur tête, de la «vibration» du protecteur.

Finalement, le fait de ne pas pouvoir contrôler les tirs des policiers adjacents peut susciter un «dérangement» subjectivement plus important que celui relié à son propre tir (58,61).

CHAPITRE III

CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPOSITION AU BRUIT DES POLICIERS ET RISQUES À LA SANTÉ

III

Caractéristiques de l'exposition au bruit des policiers et risques à la santé**Préambule**

La littérature contient en général des données très parcellaires sur l'exposition au bruit des policiers et les dommages auditifs induits. La consultation de plusieurs banques de données (CCINFO, CSST, Medline, Canadiana, INRS, CISILO) permet de confirmer le nombre restreint d'études menées auprès de cette population. Ce sont surtout les militaires qui ont retenu l'attention des chercheurs dans de nombreux pays.

Toutefois, l'examen des dossiers de maladies professionnelles pour surdité acceptés par la CSST entre 1991 et 1993 pour l'ensemble du Québec nous permet d'identifier trois dossiers de policiers avec atteinte permanente (APIPP) pour chacune de ces années. Nous avons pu obtenir une copie dépersonnalisée de ces dossiers (49 à 57). Bien que pour quatre d'entre eux une exposition antérieure autre qu'aux tirs d'arme à feu peut avoir contribué à l'atteinte indemnisée, le médecin expert à charge la relie en tout ou en partie à ces tirs pour tous les neuf dossiers. Le port occasionnel ou absent de protecteurs auditifs est noté dans sept d'entre eux. L'information est manquante pour deux autres. Dans tous les cas, l'atteinte imputable aux tirs est neurosensorielle «pure» témoignant des dommages sélectifs à l'oreille interne.

Par contre, aucun de ces dossiers soumis à notre attention ne permet d'actualiser une **surdité traumatique** associée à un seul ou quelques rares tirs bien que dans la littérature une telle éventualité est rapportée (37,38,42). Notez aussi que de tels traumatismes chez des policiers ont déjà été portés à l'attention de l'auteure par des collègues ORL, hygiéniste ou audiologiste clinicien. Dans l'éventualité où une telle atteinte est indemnisée par la CSST, un pourcentage additionnel est ajouté au DAP (déficit anatomo-physiologique) pour tenir compte du caractère subit de l'atteinte.

Rappelons aussi que les atteintes indemnisées ne représentent qu'un faible pourcentage des atteintes auditives de divers degrés (stades 1 à 3 non tenus en compte).

À la lumière de toutes ces données et des informations sur la nocivité de l'exposition rapportées au chapitre précédent, la présence d'une surdité professionnelle chez les policiers est donc tout à fait vraisemblable.

Pour pallier aux limites instrumentales de nos équipements dans la mesure des tirs d'armes à feu et pour pouvoir utiliser les données issues d'autres évaluations, il nous fallait mieux documenter l'exposition des policiers municipaux. De même, nous étions intéressés à connaître les mesures préventives déjà mises en oeuvre.

C'est ainsi que nous avons conçu le «**Questionnaire sur la pratique de tirs dans les différents services de police de la Montérégie**». Plusieurs d'entre vous en ont probablement déjà pris connaissance.

Ce questionnaire comprend quatre sections (voir l'annexe 1). La première vise à connaître la population des policiers soumis ou supervisant ces pratiques. La deuxième section sert à recueillir les conditions prévalant lors de ces pratiques. La troisième concerne plus spécifiquement la protection auditive. Finalement, la quatrième s'informe des problèmes de santé potentiels et des examens auditifs en cours d'emploi.

Suite au retour des différents questionnaires, Hélène Crevier et l'auteur ont décidé de ne pas procéder à une synthèse des réponses pour l'ensemble de la Montérégie. Il a plutôt été convenu que l'auteur concentre ses efforts pour valider au besoin les réponses à l'aide de certaines questions-cibles complémentaires. Un contact téléphonique a alors été fait avec le répondant. Dans plusieurs cas, des éléments de clarification jugés pertinents ont été ajoutés sur lesdits questionnaires.

Nous y référons au besoin dans le reste de ce document.

Afin de mieux comprendre l'information technique contenue dans ce chapitre, nous aborderons tout d'abord le déroulement d'une séance de tirs. Puis, nous présenterons à nouveau les déterminants potentiels de la nocivité de l'exposition au bruit d'armes à feu. Nous les préciserons toutefois (dose, $\hat{L}_p$...) pour en quantifier ou en qualifier l'influence sur le risque d'atteinte à l'audition des policiers. Pour ce faire, nous nous appuierons successivement sur un critère de nocivité basé sur le concept de dose et de niveau critique.

a) **Déroulement d'une séance de tir et armes utilisées**

Les dispositions concernant les pratiques de tir font l'objet d'ententes négociées avec l'employeur : elles sont donc régies par la convention collective. Pour diverses raisons (vacances, congés de maladie, urgences...), il existe souvent des écarts entre le nombre de séances annuelles prévues et réalisées surtout si ces pratiques se déroulent durant le quart de travail.

Déroulement

Habituellement, seuls les policiers convoqués pour la séance de tir se retrouvent dans la salle ou le champ de tir. Autrement dit, **sauf exception**, il n'y a normalement pas de policiers en attente pour les prochaines séances qui observent dans la salle ou le champ de tir.

Après avoir chargé leurs armes de service avec les balles utilisées pour le début de la séance, s'être équipés de leur lunette de sécurité et d'une paire de protecteurs auditifs, les policiers se placent en position de tir dans un espace prédéterminé **dans la salle (pas de tir) ou le champ de tir** (borne non cloisonnée : poteaux dits «portées-cibles»). À l'intérieur, les cibles sont mobiles. À l'extérieur, pour des raisons pratiques évidentes, ce sont généralement les tireurs qui se déplacent lorsque la distance avec la cible doit varier.

Le moniteur se place derrière la ligne de tir c'est-à-dire en arrière des tireurs. Il bouge le long de cette ligne de part et d'autre des zones de tir individuelles de manière à pouvoir observer les policiers lors de leurs diverses manoeuvres. Au besoin, il s'approche derrière un tireur pour lui donner un enseignement particulier.

Une séance de tir est constituée d'un ou de plusieurs **parcours**. Ce(s) parcours peut(vent) être uniforme(s) d'une séance à l'autre ou variable(s). Il(s) se divise(nt) en différentes **étapes** (séquences). À chaque **étape**, le moniteur renseigne les policiers des consignes relatives au **nombre de balles à tirer**, au **temps accordé**, à la **position du corps** (debout, à genou, derrière une barricade : plaque de métal rabattue en avant du pas de tir pour simuler le coin d'un mur) à la **position de l'arme au départ et lors du(des) tir(s)** (à l'étui, 45° vers le bas, main forte, main faible ou dans les deux), à la **distance de tir** (de la cible), etc. (voir l'exemple à l'annexe 2).

Tous les policiers présents pour la séance obéissent au même ordre. Les tirs s'effectuent donc de manière coordonnée et quasi-simultanée, le moniteur passant à l'étape suivante lorsque tous les tireurs ont complété celle en cours. Après la séance, les policiers consignent leur pointage et veillent au nettoyage de leurs armes.

Les principales armes de poing utilisées en Montérégie sont du type «revolver». Un barillet est situé sur l'arme et peut contenir jusqu'à six balles (cartouches, munitions). Lors de la détente, le barillet tourne automatiquement et place la prochaine balle en position de tir. On parle ici particulièrement de revolvers **357 Magnum** et ceux de **calibre 38**. Pour plusieurs raisons, dont d'ordre économique, les munitions utilisées lors des pratiques sont des balles «reconditionnées» de moindre puissance et vélocité que les balles de service. C'est ainsi que très souvent des balles de pratique de calibre 38 sont utilisées même avec un 357 magnum. Ajoutons aussi que plus les **grains** de la balle sont **nombreux** et plus sa charge, sa puissance en est augmentée (ex. 158 grains vs 125 grains). Grâce à la sensibilisation accrue des ressources du domaine policier aux émanations de plomb, on note de plus en plus l'utilisation de balles chemisées* ou à tout le moins semi-chemisées.

* Le chemisage réfère à la présence d'une enveloppe habituellement fabriquée d'un alliage de cuivre qui recouvre complètement ou à demie, selon le cas, la charge de plomb.

On note toutefois une certaine tendance à se doter d'armes de type **pistolet**. Ces armes sont constituées d'un **chargeur**. C'est le mouvement manuel de recul du chargeur qui positionne la balle pour le tir subséquent. On réfère plus particulièrement ici au **pistolet 9mm** avec chargeur de diverses capacités.

Plus occasionnellement, les **fusils** (arme avec un long canon tenue à l'épaule, à la hanche ou à «hauteur visée») équipés de divers types de cartouches («slug» : un seul plomb de la grosseur d'un «pouce», c'est un projectile très puissant et probablement plus bruyant que les autres; cartouche formée d'un nombre pré-déterminé de plombs, plus le nombre augmente et plus la force de pénétration diminue : «SSG» avec environ 7-8 plombs, 00 Buck, chevrotine avec 12 plombs, etc...) ainsi que les **carabines** et **mitraillettes** peuvent faire l'objet de la pratique.

À l'annexe 3, on peut visualiser ces diverses armes à feu.

b) Déterminants de l'exposition au bruit

Nous abordons ici les indicateurs de nocivité suivants :

le **niveau de pression acoustique de crête** et la **dose d'exposition** (SEL, LAeq₃). Nous présenterons les données disponibles dans les diverses études de référence et commenterons ces résultats en regard des critères de nocivité retenus pour une exposition «sécuritaire».

* L'information à la suite concerne spécifiquement les policiers lors de la pratique de tirs. Les moniteurs ou instructeurs de tir ne sont donc pas visés sauf lorsqu'ils sont eux aussi soumis à de la pratique de tirs. Nous référerons, plus loin dans ce texte, à leur exposition en situation de supervision.

Le niveau de pression acoustique de crête (dB lin., $\hat{L}_p$ lin.)

Pour chaque policier impliqué dans la séance, le niveau de pression acoustique de crête est déterminé par le niveau maximal atteint par l'onde sonore de son tir. La présence d'un plus ou moins grand nombre de tireurs n'influencent donc pas sa valeur. Il en est aussi de même de la présence ou non de pas de tirs adjacents de dimension et conception (matériaux) variables qui constituent pourtant une zone d'ombre pour les tirs des tireurs voisins (58,59). C'est donc toujours l'onde directe de son propre tir qui détermine le niveau crête de chacune des balles tirées par un policier donné.

Les références dont nous disposons ici pour documenter la valeur crête de l'impulsion de diverses combinaisons armes-balles sont plutôt limitées bien qu'assez complètes (58,59,60). En effet, la mesure de ces ondes sonores nécessite une instrumentation capable de réaliser des mesures valides et fiables à des niveaux assez extrêmes (>160dB linéaire). Les équipements dont nous disposons (régies/CLSC) qu'ils soient de type dosimètre ou sonomètre ne sont pas aptes à réaliser de telles mesures. Une sous-estimation des valeurs crête en résulte systématiquement. Compte tenu des accessoires disponibles à l'IRSST, seul le sonomètre Bruël et Kjaër modèle 2218 peut être rendu compatible pour effectuer de telles mesures si l'on substitue son microphone standard ½ pouce par un de ¼ de pouce (B.K. modèle 4135). À cet effet, vous pouvez consulter l'article de Michèle Lalonde et coll. à l'annexe 4 (p. 46, Stratégie de mesures).

Aussi, dépendamment de la linéarité de la réponse de la chaîne de mesure, on peut assister à des variations dans les résultats. En effet, lorsque le GAUS (59) a repris certains échantillons réalisés antérieurement par l'ASP métal et le GAUM, des écarts de l'ordre de cinq (5) décibels sur cette valeur crête ont pu être actualisés. Les valeurs recueillies par le GAUS étaient supérieures en partie à cause du système de captage dont la réponse en fréquences s'étendait au-delà de 20,000Hz. L'onde sonore générée par le tir présente de l'énergie résiduelle dans cette zone! D'autres facteurs tels l'angle et la distance de mesure par rapport à l'oreille du tireur pourraient aussi contribuer à l'écart noté. En effet, l'onde sonore présente un patron de directivité tel que le niveau de pression acoustique de crête varie avec l'angle de mesure à distance constante autour du tireur.

Malgré ces variables, on peut dégager les informations suivantes pour les armes de poing :

La combinaison Magnum 357 et balles de service de même calibre est celle qui génère le plus de bruit, dépassant même les 170 décibels linéaire.

Les combinaisons Magnum 357 ou calibre 38 avec balles de pratique 38 sont «moins nocives» et conduisent à des valeurs similaires entre elles (58,59,60).

Finalement, le pistolet 9mm avec balles de service de plus petit calibre et de puissance moindre que le Magnum 357 conduit à des résultats voisins bien que légèrement inférieurs à la combinaison Magnum 357 ou calibre 38 avec balles de pratique 38. Compte tenu de la variabilité de la mesure d'un tir à l'autre, et ce, pour une même combinaison arme-balle* (de 1 à 3dB; écart-type de 1.5dB), cette différence n'est que légèrement significative (59).

Le tableau 1 suivant, tiré de l'article de M. Lalonde et coll. (60) ainsi que de l'étude du GAUS (59), reprend ces données et de nouvelles pour d'autres combinaisons d'armes et de balles. Les mesures ont été réalisées à l'oreille droite du tireur à une distance de .1 à .2 mètres. À moins d'avis contraire, elles concernent le tir d'une seule balle. Veuillez noter que la mesure affichée pour le fusil calibre 12 l'est à titre indicatif. En effet, d'une part, elle concerne peu d'échantillons de mesure pour une seule position de tir soit «à l'épaule» et, d'autre part, a été relevée pour un seul calibre de munition. En ce qui concerne les mesures pour le Magnum 357 avec balle de calibre 38, elles sont à peu de chose près reproductibles pour le revolver calibre 38 muni du même type de projectiles. Tous ces commentaires sont aussi valables pour les tableaux à venir (2 à 4).

* peut-être reliée à des différences dans la fabrication des balles et dans l'entretien des armes.

TABLEAU 1 - MESURES DES NIVEAUX DE PRESSION ACOUSTIQUE DE CRÊTE EN DÉCIBELS LINÉAIRE SELON DIFFÉRENTES COMBINAISONS D'ARMES ET DE BALLES

CONDITION	ARMES ET BALLES				
Nombre de tireurs	Magnum 357 balles de pratique 357 (125 grains)	Magnum 357 balles de pratique 38 (125 grains)	Magnum 357 balles de services 357 (125 grains)	pistolet 9mm balles de service (115 grains)	fusil calibre 12 balles de service chevrotine 12 plombs (36 gr)
1 tireur	164 (1) (moyenne à trois pas de tir)	165 (2) (moyenne de cinq mesures)	> 165 (1),(3) (moyenne de six mesures) 172 (4)	160 (1)	162 (1)

(1) Tiré de Lalonde, M. et Fortier, P (1995) Voir réf. (60) en annexe 4 de ce document

(2) Tiré de Nicolas, J. et coll. (1994) Voir l'annexe 9 de la réf. (59); chaîne de mesure différente de celle utilisée en (1).

(3) Limite instrumentale d'affichage.

(4) Mesures réalisées par H. Secory de l'IRSST. Étude non publique citée toutefois dans (2).

Puisque dans tous les cas le niveau de pression acoustique de crête mesure l'onde directe associée au tir, les valeurs demeurent à toute fin pratique identique en salle ou à l'extérieur (59).

De même, la position du tireur (à genou, debout,...) a une influence négligeable sur le niveau de pression acoustique de crête mesuré. Finalement, en situation de port d'arme de poing à une ou deux mains, les mesures sont reproductibles aux deux oreilles.

En situation de tir avec «barricade» rabattue devant le pas de tir, les valeurs sont probablement moindre (bien que non documentées) pour l'oreille du côté de laquelle la cloison fait écran. Les mesures à l'oreille «non protégée» sont toutefois semblables à celles pour la condition de tir avec l'arme pointée en avant (58).

Notez que la longueur du canon (ex. 2 pouces⁹ vs 4 pouces) n'influencerait pas de manière significative le bruit généré tout comme le type de chemisage (59 et 70). Par contre, le nombre de grains (charge, poids de la poudre) dans la balle est en relation directe avec l'importance de l'onde puisque la puissance de la charge augmente en conséquence. Aussi, les données du tableau 1 sont à nuancer avec plus de réserves lorsque la puissance de la munition diffère de celles évaluées.

Bien que nous ne souhaitons pas référer outre mesure au RQMT, nous estimons cependant important de préciser que ces niveaux de pression acoustique de crête excèdent le maximum permis à l'article 48 de cette réglementation (en révision). En effet, sous réserve toutefois d'une cadence de tir assimilable à celle dictée à l'article 1(c), aucune exposition à des niveaux de pression acoustique de crête supérieurs à 140 décibels linéaire n'est permise (6).

⁹ les enquêteurs habillés en civil ont souvent des armes plus petites afin de les dissimuler plus facilement.

En résumé :

- Le niveau de pression acoustique de crête est déterminé par le propre tir du policier.
- En situation de port d'armes de poing, les mesures sont reproductibles aux deux oreilles.
- La position du tireur, le nombre de tireurs adjacents, le lieu, la longueur du canon, le type de chemisage n'ont pas d'influence sur la valeur crête.
- Plus la combinaison arme-munition est puissante (Magnum 357, balle de service, nombre élevé de grains) et plus le niveau mesuré est important.

La dose d'exposition au bruit :

L'exposition à laquelle nous référons ici est mesurée en conformité avec les dispositions de la norme internationale ISO 1999.2 (16) soit en utilisant un indice de bissection (q) égal à trois, le seuil d'intégration étant déterminé par la gamme de mesure sélectionnée (équivalente ou inférieure à 80dB_A selon les sources de données).

L'indicateur de dose de bruit utilisé ici est le $\text{SEL}^\circ\text{-dB}_A$ soit le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A en référence à une durée de une seconde. Autrement dit, le SEL correspond au niveau qui, s'il était continu durant une période d'une seconde, correspondrait aux fluctuations de niveaux mesurées durant la période réelle d'échantillonnage (62).

Le SEL est une fonction de l'affichage disponible, par exemple, sur le sonomètre BK modèle 2218. Pour l'activer, il s'agit de mesurer le LAeq de l'événement désiré et d'appuyer sur l'indicateur «SEL» à la fin de la période d'échantillonnage. La donnée de LAeq ramenée sur une seconde, en l'occurrence le SEL-dB_A , est alors affichée après un court délai.

Appliquons, à l'aide d'exemples, le principe d'égale énergie sous-tendu par le $q=3$:

Supposons un LAeq équivalent à 128dB_A suite à un échantillonnage de 4 secondes

$$\text{LAeq (4sec)} = 128 \text{ dB}_A$$

le SEL correspondant équivaut à

$$\text{SEL-dB}_A = 10 \text{ Log}_{10} \frac{10^{128/10} \times 4 \text{ sec.}}{1 \text{ sec.}} = 134\text{dB}_A$$

soit $128 \text{ dB}_A + 6 \text{ dB}_A$. Le 6 dB_A correspond à la majoration du niveau LAeq correspondant à un rapport de 4 pour 1 (on ajoute 3dB_A à chaque diminution de moitié du temps).

* Sound Exposure Level : niveau d'exposition sonore aussi appelé SEL.

Le SEL est particulièrement utile lorsqu'on mesure des événements bien identifiés et reproductibles un certain nombre de fois dans la journée. Il permet de s'affranchir de la durée d'exposition pour comptabiliser uniquement le nombre de fois que l'événement mesuré se répète (dans une journée, mois, année...). Dans le contexte du tir chez les policiers, cet événement correspond à un ou plusieurs tirs mesurés, par exemple, au sonomètre.

Les calculs de la dose quotidienne associée à une séance de tir, de la dose mensuelle ou de la dose annuelle procèdent de la manière suivante :

dose quotidienne

$$LA_{eq} (8 \text{ h.}) = 10 \log_{10} \frac{\sum 10^{\frac{SEL}{10}} \times \text{nombre d'événements}}{28,800 \text{ secondes}}$$

$$8 \text{ heures} = 28,800 \text{ secondes}$$

Le nombre d'événements correspond au nombre de fois que la situation échantillonnée et décrite par le SEL se reproduit dans la journée. Par exemple, si le SEL est mesuré pour une balle tirée par le ou les policiers et que chacun en tire 50 dans la séance :

$$LA_{eq} (8 \text{ h.}) = 10 \log_{10} \frac{\sum 10^{\frac{SEL}{10}} \times 50}{28,800 \text{ secondes}}$$

si par contre, l'événement correspond à une salve de trois tirs par chacun des policiers, le LA_{eq} correspond alors à :

$$LA_{eq} (8 \text{ h.}) = 10 \log_{10} \frac{\sum 10^{\frac{SEL}{10}} \times 16.7^*}{28,800 \text{ secondes}}$$

* Il y a 16.7 événements comptabilisés comme suit = $\frac{50 \text{ tirs}}{3}$

dose mensuelle

LAeq (166.7h.) : Comme la fréquence des séances de tir à laquelle se soumettent les policiers équivaut la plupart du temps à au plus une fois par mois, il correspond à :

$$LAeq (166.7h) = LAeq3 (8 h.) - 10 \log_{10} \frac{8 h.}{166.7 h.}$$

$$= LAeq3 (8 h.) - 13 \text{ dB}$$

(À titre d'exemple, voir le tableau 5 de la p. 49 de l'article de M. Lalonde et coll. reproduit à l'annexe 4)

$$\text{ou encore} = 10 \log_{10} \frac{\sum 10^{\frac{SEL}{10}} \times \text{nombre d'événements dans le mois}}{6 \times 10^5 \text{ secondes}}$$

$$166.7 \text{ heures} = 6 \times 10^5 \text{ secondes}$$

dose annuelle

$$LAeq (2000 \text{ heures}) =$$

a) L'exposition est relativement constante d'une séance à l'autre.

$$= LAeq (8 h.) - 10 \log_{10} \frac{(8 h. \times \text{nombre séances par an})}{2000 \text{ heures}}$$

ou

$$= LAeq (166.7 h.) - 10 \log_{10} \left(\frac{166.7h. \times \text{nombre de mois où il y a des séances de tir durant l'année}}{2000 \text{ heures}} \right)$$

$$166.7h = 2000 \text{ heures annuelles} + 12$$

Notez que dans l'article de Travail et Santé, les auteurs ont opté pour une base de 160 heures : 40 heures/semaine x 4 semaines/mois.

Or, on sait que ce nombre d'heures fluctue en réalité chaque mois. La donnée de 166.7h représente une moyenne d'heures mensuelles basée toutefois sur un nombre de 50 semaines travaillées.

Voir la formule en b) qui s'applique ici aussi.

b) L'exposition varie significativement d'une séance à l'autre

$$= 10 \text{ Log}_{10} \frac{\sum \text{SEL}/10 \times \text{nombre d'événements dans l'année}}{7.2 \times 10^6 \text{ secondes}}$$

$$2000 \text{ heures} = 7.2 \times 10^6 \text{ secondes}$$

On peut aussi remplacer le SEL par le LAeq (8 h.) ou (167.7 h.) et alors le nombre d'événements est remplacé par la durée relative totale des séances durant l'année. Le dénominateur n'est alors plus exprimé en secondes mais bien en heures (2000 heures) tout comme les données du numérateur.

Par exemple, il y a cinq séances dans l'année. Trois correspondent à un LAeq (8 h.) de 110 dB_A et deux de 105 dB_A. Le LAeq (2000 h.) correspond à :

$$\text{LAeq (2000 h.)} = 10 \text{ Log}_{10} \frac{10^{110/10} \times 24 \text{ h.} + 10^{105/10} \times 16 \text{ h.}}{2000 \text{ h.}}$$

Notez qu'à la suite nous ne présentons que les données SEL associées aux tirs d'armes à feu. Pour des références de doses quotidiennes et mensuelles, consulter les tableaux 4 et 5 dans l'article de Lalonde, M. et coll. à l'annexe 4.

Le **tableau 2** suivant précise des valeurs de SEL pour différentes combinaisons d'armes/balles et nombre de tireurs qui effectuent simultanément le parcours. Les sources de référence sont les mêmes que pour le niveau de pression acoustique de crête.

TABLEAU 2 - MESURES DE DOSES SEL (EN dB_A) MESURÉES À LA POSITION DES TIREURS SELON DIFFÉRENTES COMBINAISONS D'ARMES ET DE BALLES

CONDITION	ARMES ET BALLES				
Nombre de tireurs	Magnum 357 balles de pratique 357 (125 grains)	Magnum 357 balles de pratique 38 (125 grains)	Magnum 357 balles de services 357 (125 grains)	pistolet 9mm balles de service (115 grains)	fusil calibre 12 balles de service chevrotine 12 plombs (36 gr. . .)
1 tireur	134 (1) (moyenne à trois pas de tir)	136 (2) (moyenne de trois mesures <u>en salle et à l'extérieur</u>)	137 (1) (moyenne à deux pas de tir)	132 (1) (moyenne à deux pas de tir)	134 (1) (moyenne à deux pas de tir)
3 tireurs	145 (1) (moyenne à deux pas de tir et pour six balles tirées par chacun)	—	145 (1) (moyenne à deux pas de tir et pour 4 balles tirées par chacun)	—	—
4 tireurs	—	139 (à l'extérieur) (2) 140 (en salle) (moyenne de trois mesures et pour 1 balle tirée par chacun)	—	—	—

(1) Tiré de Lalonde, M. et Fortier, P. (1993) Voir réf. (60) ou l'annexe 4 de ce document. Mesures réalisées dans une salle de tir

(2) Tiré de Nicolas, J. en coll. (1994) Voir l'annexe 10 de la réf.(39)

On peut en dégager les informations suivantes :

Peu importe le nombre (cadence) de tirs ou de tireurs impliqués, la **durée** de l'onde augmente en condition de tir en salle comparativement à l'extérieur (champ de tir). Toutefois, la mesure du SEL demeure relativement constante c'est-à-dire à 1-2 dB_A près, soit dans l'erreur de mesure rapportée auparavant (59). C'est ainsi que la **contribution des ondes réfléchies** sur les diverses parois : murs, plafonds, planchers, pas de tirs est donc plutôt négligeable. Encore une fois, l'onde directe de son propre tir prédomine.

Ce fait est encore plus éloquent si l'on considère, qu'à l'extérieur, l'absence de pas de tir annule l'effet d'écran qui joue en salle pour l'onde directe des tireurs adjacents! On aurait pu s'attendre à une plus grande contribution énergétique du tir des voisins adjacents dans la dose SEL mesurée à l'oreille d'un tireur donné à l'extérieur. Ce n'est toutefois pas le cas.

La présence de tireurs adjacents, en salle ou à l'extérieur, sur le SEL global par rapport au même événement mesuré lorsqu'un seul tireur est actif, est d'environ 2-3 dB_A en présence de trois à quatre tireurs. (Voir aussi l'annexe 10 de la référence (59); tableaux 3 et 5, p. 47 et 49 du texte de M. Lalonde et coll. joint à l'annexe 4).

Finalement, peu importe le milieu (extérieur, intérieur), le nombre (cadence) de tirs et de tireurs impliqués dans la séance, le spectre de l'onde sonore résultante culmine dans la zone de fréquences pour laquelle l'oreille est la plus sensible (58,59,61). Toutefois, la signature temporelle (évolution du niveau acoustique en fonction du temps et spectre en fréquences) varie d'un type d'arme à un autre pour un même type de balle (calibre 38 + balle 38 vs Magnum 357 + balle 38) ce qui peut, pour les policiers, s'apparenter subjectivement à des doses de bruit différentes (59,61).

En résumé : on retient que l'onde directe associée au tir propre du policier est déterminante pour la nocivité de l'exposition ($\hat{L}_p$ et SEL) et ce, peu importe le nombre de tirs, de tireurs et le milieu dans lequel il(s) s'effectue(nt).

c) Critères de nocivité :

dose de bruit (LAeq)

Compte tenu des niveaux de pression acoustique de crête auxquels sont soumis les policiers (toujours supérieurs à 140dB linéaire) la dose de bruit, qu'elle soit quotidienne, mensuelle ou annuelle, n'est pas un prédicteur fiable du risque d'atteinte à l'audition. Elle doit donc être utilisée à titre indicatif, particulièrement si elle voisine 80dB_A. En effet, on pourrait alors être tenté considérer l'exposition relativement sécuritaire pour ce type de signal. Toutefois, rappelons que cela pourrait être le cas si les niveaux de pression acoustique de crête étaient inférieurs à 140dB linéaire (16 section 1).

niveau de pression acoustique de crête ($\hat{L}_p$)

On a déjà mentionné au chapitre II b) que la synthèse des études s'étant intéressées aux bruits impulsionnels ne permet pas de dégager un seul niveau crête critique s'appliquant à un ensemble de conditions d'exposition à ce type de bruit.

Afin de proposer un critère de nocivité basé sur le niveau critique, nous nous sommes donc intéressés aux signaux s'apparentant à ceux générés lors des tirs d'armes à feu utilisées par les policiers (surtout en terme de durée, spectre et cadence).

En s'inspirant d'études de fatigue auditive menées en laboratoire auprès de différents sujets, nous proposons un niveau de pression acoustique de crête à ne pas dépasser pour s'assurer que le niveau critique de la majorité (95%) des policiers ne soit pas atteint.

Un tel niveau se situerait autour de 132dB linéaire pour soixante (60) impulsions (Voir figure 3, bruit #6 de la référence 15;12).

Quelques précisions s'imposent ici :

- Ce niveau de pression acoustique de crête, bien qu'il présente des bases scientifiques défendables, ne ferait pas nécessairement consensus auprès de l'ensemble des chercheurs (58). Aussi, il doit être utilisé à titre de référence fort utile pour nos interventions tout en gardant une certaine «souplesse» quant à son application.
- Nous avons choisi de ne pas modifier à la baisse le niveau de pression acoustique de crête proposé ci-haut pour tenir compte d'un plus grand nombre de tirs par séance (par rapport à soixante). On peut toutefois nuancer la protection apportée par ce critère si le nombre de balles tirées s'écarte largement de la soixantaine.

- En s'appuyant sur la littérature scientifique cumulée depuis les trente dernières années, on peut toutefois anticiper qu'aux niveaux de pression acoustique de crêtes mesurés dans le contexte de la pratique de tirs, un nombre non négligeable de policiers auront atteint et même dépassé leur «niveau critique».
- Selon l'approche basée sur le «niveau critique», la sensibilité individuelle ne serait pas modifiée dans le temps. Autrement dit, un individu dont le niveau critique ne serait pas atteint lorsqu'exposé à un signal impulsionnel donné ne l'atteindrait probablement jamais par la suite (58,63). Par contre, l'expérience clinique semble démontrer une certaine «fragilisation», une diminution de la résistance du système auditif au fur et à mesure que l'exposition se répète et donc indirectement avec l'âge (64,65). Cela confirmerait ici l'importance d'adopter des mesures préventives pour tous les policiers.

Autres conditions pouvant augmenter le risque d'atteinte :

Exposition au plomb

Le plomb constitue un agent neurotoxique pour le système auditif (66,67). En l'absence de données non équivoques sur la relation dose-réponse (dose de plomb vs surdité engendrée), l'exposition aux poussières et fumées de plomb dépassant les concentrations admissibles dans le RQMT et conduisant à des concentrations sanguines nocives pour la santé devrait minimalement être notée. En effet, on pourrait alors être en présence d'un risque supplémentaire d'atteinte à l'audition pour les policiers concernés.

Pratiques de tirs en dehors des séances officielles ou observations dans le champ ou la salle de tir

La pratique de tirs en dehors des séances officielles correspond soit aux loisirs ou la possibilité de parfaire ses performances dans le contexte du travail.

Dans la mesure où le nombre de balles tirées pourrait augmenter significativement conduisant à des $\hat{L}_p$ plus nombreux et à des doses accrues, le risque d'atteinte s'en trouverait par le fait même lui aussi augmenté.

Toutefois, durant la phase de validation du questionnaire sur la pratique de tirs dans les services policiers municipaux, nous avons pu constater que l'information sur la pratique de tirs comme loisirs chez les policiers n'est pas vraiment connue de leurs moniteurs. D'autre part, bien qu'il soit possible pour les policiers de rajouter des pratiques «informelles» dans le cadre de leur travail, il ne semble pas que ce soit très fréquent dans les services municipaux.

Mentionnons tout de même que les recommandations formulées au chapitre IV concernant les mesures préventives à mettre en oeuvre s'appliquent peu importe le contexte dans lequel s'exerce la pratique de tirs.

Finalement, s'il s'avérait que des policiers soient en attente de participer à une séance de tirs dans l'environnement immédiat de la salle ou du champ de tir : dépendamment de la distance ou de l'acoustique du lieu, l'exposition pourrait encore être à risque. Nous reviendrons sur cet aspect au chapitre IVb et d.

d) L'exposition au bruit des moniteurs (instructeurs) de tir

Préambule

Précisons que ces ressources sont formées par l'Institut de Police de Nicolet. Il s'agit d'un stage intensif où durant l'équivalent d'une semaine elles sont soumises à un nombre de tirs très important (quelques milliers de tirs). La protection auditive y est toutefois obligatoire.

Ce qui distingue l'instructeur du moniteur est la nature des tâches. Pour le premier, elles sont davantage de nature administrative.

Les instructeurs font exception en Montérégie. Quelques rares services policiers municipaux en ont un. Dans d'autres cas, la même personne cumule les deux fonctions. Aussi, dans les lignes qui suivent, la mention «moniteurs» englobe, le cas échéant, les instructeurs dans la mesure où ils sont concernés par la supervision de séances de tir.

Déterminants de l'exposition au bruit

Ce qui distingue l'exposition au bruit des moniteurs de celles des policiers «tireurs» durant la supervision de pratiques de tir c'est d'abord la distance plus grande avec l'arme. En effet, selon les positions qu'il occupe dans la salle, on note un effet d'ombre créé par le tireur le plus près (diminution du $\hat{L}_p$ et du SEL) et une certaine contribution possible du champ réverbéré dans la dose d'exposition. On observe donc des déplacements plus ou moins fréquents du moniteur dans le plan horizontal et vertical selon le nombre de policiers qui participent simultanément à la séance et la nécessité de donner un enseignement particulier à un ou des tireurs. On peut toutefois présumer que plus le nombre de tireurs diminue (ex. 2-3), plus le moniteur peut être près des tireurs (en dedans de un mètre des pas de tir) et observer tout le groupe à la fois. Par contre, plus les lieux sont exigus et réfléchissants, particulièrement à l'arrière des pas de tir et plus le moniteur se tient éloigné des tireurs, plus les réflexions sur les diverses parois sont alors susceptibles de contribuer à l'exposition. Toutefois, parce qu'il s'agit d'ondes impulsionnelles, on ne peut vraiment prédire leur comportement de propagation à l'aide des modèles traditionnels et par conséquent inférer les niveaux de pression acoustique de crête et les SEL (61).

Tout en étant conscients de ces variables, nous présentons à la suite les $\hat{L}_p$ et SEL auxquels ils peuvent être soumis.

Le niveau de pression acoustique de crête (dB lin. $\hat{L}_p$ lin.)

Il est déterminé par l'onde directe du tireur situé le plus à proximité du moniteur (58,60). Dans les faits, sa valeur peut varier selon que le moniteur se place derrière la ligne de tir ou dans l'environnement immédiat d'un tireur donné c'est-à-dire dans le pas de tir.

Salle de tir

Le **tableau 3** suivant précise les valeurs mesurées pour différentes combinaisons d'armes et de balles selon la position occupée par le moniteur par rapport aux tireurs dans une salle de tir (58,60).

TABLEAU 3 - MESURES DES NIVEAUX DE PRESSION ACOUSTIQUE DE CRÊTE EN DÉCIBELS LINÉAIRE À LA POSITION DU MONITEUR DANS UNE SALLE SELON DIFFÉRENTES COMBINAISONS D'ARMES ET DE BALLES

CONDITION	ARMES ET BALLES (1)	
Nombre de tireurs	Magnum 357 balles de pratique 357 (125 grains)	pistolet 9mm balles de service (115 grains)
1 tireur	154 (1) (moyenne à trois pas de tir)	150 (1) (moyenne à trois pas de tir)

(1) Tiré de Lalonde, M. et Fortier, P (1995) Voir réf. (60) en annexe 4 de ce document. L'instructeur était positionné au centre entre les trois pas de tir, à moins d'un mètre derrière la ligne de tir.

Champ de tir

Comme nous l'avons déjà mentionné, les niveaux de pression acoustique de crête mesurés à l'oreille d'un policier correspondent bien à l'extérieur et à l'intérieur.

Toutefois, la propagation de l'onde sonore ($\hat{L}_p$) à l'extérieur (champ de tir) a été évaluée par le GAUS. Il en ressort qu'elle ne présente pas un comportement linéaire : l'onde s'atténue très peu dans l'atmosphère dans un rayon de un mètre. Par la suite le niveau de pression acoustique de crête diminue de 7dB à chaque fois que la distance double (voir l'annexe 4 et la 2^e page de l'annexe 5 de la référence 59).

Dépendamment de la position du moniteur par rapport à celle du policier le plus près, on pourrait extrapoler le niveau de pression acoustique de crête susceptible d'être mesuré.

Naturellement, les données du **tableau 1** peuvent servir de référence dans l'éventualité où le moniteur donne un enseignement particulier à un policier qu'il soit en salle ou à l'extérieur.

On constate qu'ici aussi, sauf exception (ex. observation des tireurs à partir d'une salle adjacente acoustiquement bien conçue), les valeurs crête dépassent les niveaux admissibles à l'article 48 du RQMT (en révision) (6).

La dose d'exposition au bruit

À l'extérieur, comme l'évolution du SEL en fonction de la distance n'a pas été évaluée, il est difficile d'extrapoler des données à partir du comportement non linéaire mesuré pour les niveaux acoustiques de crête (61).

Les données disponibles sont donc malheureusement parcellaires puisqu'elles concernent un seul contexte en salle de tir et ne traduisent pas nécessairement l'influence que pourrait avoir les ondes réfléchies dans d'autres salles.

L'unique référence dont nous disposons nous permet donc de dégager certaines données mais seulement à titre indicatif. On peut référer avec plus de crédibilité à ces données dans la mesure où la combinaison arme-balle correspond et que le moniteur se tient la majorité du temps à l'intérieur d'une zone de un mètre par rapport à l'arrière des pas de tir.

Elles sont regroupées dans le **tableau 4**

TABLEAU 4 - MESURES DES DOSES SEL (EN dB,) MESURÉES À LA POSITION DU MONITEUR DANS UNE SALLE SELON DIFFÉRENTES COMBINAISONS D'ARMES ET DE BALLES.

CONDITION	ARMES ET BALLES (1)	
	Magnum 357 balles de pratique 357 (125 grains)	Magnum 357 balles de service 357 (125 grains)
1 tireur	129	132°
3 tireurs	141 (6 balles tirées par chacun)	142 (4 balles tirées par chacun)

(1) Tiré de Lalonde, M. et Fortier, P (1995) Voir réf. 60, ou annexe 4 de ce document. L'instructeur était positionné au centre entre les trois pas de tir, à moins d'un mètre derrière la ligne de tir.

• à titre indicatif, car nombre restreint d'échantillons.

Naturellement, les données du **tableau 2** peuvent servir de référence dans l'éventualité où le moniteur donne un enseignement particulier à un policier en salle ou à l'extérieur.

Critères de nocivité

Nous retenons les **mêmes critères** de nocivité que pour les tireurs (p. 29 à 31) bien que nous apportons les précisions suivantes :

- Il est très plausible que pour des positions de l'instructeur à l'arrière de la ligne de tir, le spectre de l'onde sonore domine plus autour des moyennes fréquences (entre 500 et 1000 Hz) compte tenu de l'absorption de la portion du spectre de hautes fréquences avec la distance (58). Le **niveau critique** pourrait alors être diminué de cinq décibels pour tenir compte de cette densité spectrale moins nocive pour l'audition (12,58). Toutefois, le moniteur peut aussi se positionner assez près du tireur et le nombre de tirs successifs ou quasi-successifs auxquels il peut être soumis est assez important lorsqu'il supervise plusieurs séances à la suite. Aussi, nous avons préféré conserver le même critère que pour les tireurs.
- Cependant, la majorité du temps, le **moniteur** se place derrière la ligne de tir où les niveaux relevés sont moindres que pour les tireurs. On peut supposer que moins d'individus (probablement seuls «les plus sensibles») auront atteint ou dépassé le **niveau critique** proposé. Selon le nombre de séances supervisées, le risque associé à la **dose d'exposition** peut être plus sérieux pour les moniteurs que pour les tireurs.

Les autres précisions et compléments rapportés pour les critères de nocivité (p.29-32) s'appliquent ici en incluant aussi les pratiques de tirs que peut effectuer le moniteur pour lui-même. Elles constituent alors une contribution supplémentaire à son exposition.

CHAPITRE IV

MESURES PRÉVENTIVES À FAVORISER

IV

Mesures préventives à favoriser

Dans ce chapitre, nous énumérons un certain nombre d'avenues potentielles pour limiter l'exposition au bruit ($\hat{L}_p$ et dose) des policiers peu importe qu'ils soient tireurs ou moniteurs. Même si la faisabilité ou l'efficacité de certaines de ces solutions sont limitées, nous jugeons opportun de les présenter afin de répondre aux interrogations déjà formulées par certains intervenants.

a) Réduction à la source

Une des premières avenues à laquelle on pense spontanément pour réduire l'exposition au bruit des policiers c'est bien l'ajout d'un silencieux (68,69) sur l'arme, au moins lors des séances de tir. Cette solution est d'autant plus pertinente que l'onde directe associée à son propre tir ou, pour le moniteur, au tir du policier le plus près est déterminante dans l'exposition au bruit.

Toutefois, pour les raisons suivantes, cette solution n'est pas applicable (59,70) :

- elle va à l'encontre du Code criminel
- elle ajoute du poids à l'arme
- elle atténue le pouvoir de projection et de pénétration du projectile



Elle représente donc un piètre reflet des conditions terrain : le maniement, la prise et l'alignement de l'arme sont différents si bien que les paramètres de tir rencontrés lors des conditions terrains ne sont pas conservés. Inutile d'ajouter que cela pourrait présenter une situation de danger pour le policier.

Les mêmes arguments par rapport aux conditions du terrain s'appliquent pour la substitution, durant les pratiques de tir, de l'arme de service par une arme de calibre moindre.

b) Réduction le long des voies de transmission (traitement acoustique et isolation des moniteurs)

En général, le traitement acoustique des salles de tir n'est pas bien optimisé. Mises à part les contraintes d'inflammabilité, une des raisons invoquées est le fait que les matériaux traditionnels (laine ou mousse recouverte d'un film protecteur) peuvent facilement être déchirés par les ricochets des balles. D'autres matériaux plus coûteux pourraient être envisagés pour autant que la contribution des ondes réfléchies soit significative (rapport coût/réduction de dB raisonnable). À cet effet, le GAUS avait fixé, dans son étude (59), un écart d'au moins cinq décibels, entre l'exposition ($\hat{L}_p$, SEL) en salle de tir et celle correspondante dans un champ de tir, pour justifier le recours à cette solution. Une telle différence aurait permis de confirmer la dominance du champ réverbéré en salle.

L'ajout de matériaux absorbants aurait alors pu conduire à une réduction significative de l'exposition au bruit. Malheureusement, tel qu'on l'a vu au chapitre trois, la réalité est toute autre puisque l'onde directe domine tout autant à l'extérieur qu'à l'intérieur, du moins, pour les tireurs. L'écart entre les deux conditions pour les valeurs du $\hat{L}_p$ et du SEL se situent autour de 1 à 2 décibels. L'écart est non significatif compte tenu de la variabilité des mesures d'un tir à un autre.

C'est donc dire que la pose d'un traitement acoustique aurait une influence négligeable sur l'exposition au bruit (voir l'exemple à l'annexe 8 de la référence 59). Il n'y a donc pas d'avantage apparent, strictement toutefois au plan de l'exposition sonore, de s'exercer dans un champ de tir ni même, à la limite, d'utiliser des pas de tir à l'intérieur! Bien entendu, on pourrait évaluer l'efficacité d'un tel traitement à réduire les effets extra-auditifs des bruits d'armes à feu.

Une autre avenue supplémentaire peut toutefois être envisagée pour les moniteurs exerçant la majorité du temps leur supervision dans une salle de tir.

En effet, souvent on y retrouve un local adjacent partiellement vitré servant d'espace de rangement. Sous réserve d'une conception conforme au plan acoustique i.e. conduisant à des $\hat{L}_p$ et doses «sécuritaires», de la possibilité d'observer tous les tireurs à la fois et même de réaliser un/des enseignement(s) individuel(s) tout en limitant les déplacements à l'extérieur*, ce local pourrait présenter une solution acceptable dont la faisabilité serait à explorer avec les principaux intéressés du service de police.

* Système de communication tenant compte du port de protecteurs par les policiers.

c) Mesures administratives :

1. Influence de la réduction du nombre de tireurs qui participent à la séance en même temps

Sur le $\hat{L}_p$:

Aucune réduction. À la fois pour le tireur et le moniteur, il est déterminé par l'onde directe de son propre tir (policier tireur) ou du tireur le plus près (moniteur). Pour le moniteur, les impulsions pourraient même être plus nombreuses si le nombre de séances augmentait proportionnellement pour compenser la diminution du nombre de tireurs.

Sur le SEL

Pour le tireur : Bénéfice plutôt négligeable. Écart autour de 3 dB_A entre l'exposition s'il tire seul ou avec trois autres tireurs en même temps.

Pour le moniteur : Écart variable selon sa position et possiblement le lieu. Dans l'étude de Lalonde, M. et coll. écart autour de 4 décibels entre l'exposition associée à un ou quatre tireurs à la fois. Aucun avantage, d'autant plus que le nombre de séances supervisées augmenterait proportionnellement.

2. Influence de la réduction du nombre de salves (un certain nombre de balles tirées dans un laps de temps prédéterminé)

On voudrait ici modifier la cadence de manière à s'éloigner le plus possible de celle la plus nocive, soit autour de une à la seconde (voir p. 6). Ainsi, théoriquement, chaque tir pourrait s'effectuer à la suite de l'autre, avec un certain délai, sans juxtaposition des ondes sonores dans le temps.

Le tir «intempestif» trouve son rationnel à la fois pour améliorer la technique et sur le «terrain» où il peut y avoir nécessité de tirer plusieurs coups très rapidement pour pouvoir «immobiliser» un prévenu sous l'influence de la drogue ou de l'alcool.

Compte tenu aussi de la prolongation inévitable de la séance que cette avenue de solution commanderait, elle ne serait pas pratique à mettre en oeuvre. Ce constat est d'autant plus vrai que si cette solution ne s'accompagne pas d'une diminution du niveau de pression acoustique de crête des balles tirées, l'impact au plan de la réduction de la nocivité devient plus difficile à prédire, autant pour le tireur que pour son moniteur (58).

3. Réaménagement des séances : a) réduction du nombre de balles tirées par séance au profit d'un réaménagement du nombre de séances (le nombre total de balles tirées demeure identique)* ou b) diminution du nombre de séances supervisées l'une à la suite de l'autre.

- a) Évidemment, aux plans de la dose (annuelle) et des niveaux de pression acoustique de crête ($\hat{L}_p$ et nombre), les résultats demeurent les mêmes à la fois pour les tireurs et leurs moniteurs. On peut aussi souligner le caractère peu pratique de cette solution au plan administratif.

Toutefois, on peut se questionner sur la possibilité qu'une réduction du nombre de balles par séance ramène réellement «le niveau critique», s'il était atteint ou dépassé, à un niveau non nocif.

- b) Naturellement, une telle consigne permettrait de favoriser une récupération plus complète d'une fatigue auditive rapportée par un moniteur. Elle ne préviendrait toutefois pas les dommages permanents immédiats ou quasi-immédiats qui pourraient survenir.

Aussi, l'une ou l'autre avenue (a ou b) appliquées isolément sont difficilement justifiables dans l'état actuel des connaissances. En effet, une stratégie beaucoup plus efficace pour contrôler «le niveau critique» serait de prioriser d'abord la réduction du niveau de pression acoustique de crête du signal et non pas le nombre de tirs ou de séances consécutives. C'est la pression sonore qui sollicite davantage les limites de tolérance du système auditif (58).

Pour les tireurs, la solution alternative potentiellement la plus efficace apparaît donc être le port de protecteurs auditifs. Il en est de même pour les moniteurs lorsqu'une salle d'observation ne représente pas une avenue envisageable, sécuritaire au plan auditif, ou n'exclut pas les déplacements à proximité des tireurs.

* On peut difficilement recommander de réduire uniquement le nombre total de balles tirées dans une année puisqu'un contrôle de la technique du maniement de l'arme peuvent, entre autres, faire la différence quant à l'issue de coups de feu en situation de service.

d) la protection auditive

Compte tenu que cette solution demeure, à toute fin pratique, celle à prioriser, nous en développerons ici certains aspects se rapportant plus particulièrement au contexte des pratiques de tir.

Ainsi, nous aborderons les éléments suivants :

- 1) La population visée
- 2) Les critères d'efficacité des protecteurs auditifs : performance théorique et terrain
- 3) Autres critères de sélection
- 4) L'ajustement et l'entretien (incluant l'hygiène)

1. La population visée

Sans pour autant sous-estimer l'importance de la dose d'exposition on peut d'ores et déjà, en se basant uniquement sur le concept de niveau crête critique, formuler la recommandation suivante :

Tous les policiers, peu importe leur statut (temporaire, permanent), devraient systématiquement porter une protection auditive lorsqu'ils sont soumis à une pratique de tir à l'extérieur ou en salle.

Bien que rarement expérimenté dans le territoire certains moniteurs, avec l'intention bienveillante de reconstituer au plan auditif les conditions «terrain» du travail policier, prévoient dans leur programmation annuelle un certain nombre de balles tirées (habituellement une dizaine) sans protection auditive^{*}. Le but ultime est de s'assurer que le policier en service, s'il a à utiliser son arme, ne manifeste aucune réaction «anormale» de sursaut ou de «panique» afin de ne pas se rendre inutilement vulnérable face au(x) prévenu(s).

À prime abord, une telle approche paraît tout à fait légitime. La remettre en cause peut nous amener dans une position plutôt inconfortable : jusqu'où devons-nous aller au nom de l'intégrité auditive?

Des échanges avec certains policiers d'expérience, ayant eux-mêmes cumulé à leur actif plusieurs séances de tir, nous ont permis de relativiser l'importance d'une telle pratique. En effet, à ce jour, rien ne démontre que le policier réagit alors mieux en situation terrain s'il a à utiliser son arme.

De plus, cette pratique n'est absolument pas préconisée par l'Institut de police de Nicolet. Comme le policier est soumis systématiquement à une condition à haut risque au plan auditif, une telle approche **devrait être découragée**.

* Consulter, à cet effet, le *questionnaire sur la pratique de tirs* à la section C, question 12 de la page 12 reproduit à l'annexe 1.

- La même politique de port systématique s'applique pour les moniteurs.

Supervision dans une salle de tir

La seule exception à cette règle pourrait concerner la supervision dans une salle d'observation soumettant alors le moniteur à une exposition à tout le moins voisine ou inférieure aux niveaux de pression acoustique de crête/dose recommandés ($\approx 132\text{dB}$ et dose annuelle $\leq 80\text{dB}_A$).

Supervision dans un champ de tir

À quelle distance des tireurs un moniteur devrait-il se placer pour ne pas avoir à porter des protecteurs?

Pour répondre à cette question d'intérêt exprimée par certains d'entre eux on peut utiliser, à titre indicatif, les résultats obtenus par le GAUS sur la propagation des ondes impulsionnelles à l'extérieur (59).

Cette distance doit correspondre à un niveau de pression acoustique de crête voisin ou inférieur à notre critère de 132dB . Elle est d'au moins 16 mètres. Ce n'est évidemment pas réaliste de croire qu'une supervision puisse s'effectuer à une telle distance!

Par le fait même, cela signifie aussi qu'on devrait inciter toute autre personne située à l'intérieur de cette zone (par exemple, des policiers en attente de participer à la séance) à porter une protection auditive.

2) Les critères de performance

Les articles 51 et 52 du *Règlement sur la qualité du milieu de travail* (RQMT, 6) réfèrent explicitement à la protection auditive.

On y spécifie que les protecteurs auditifs fournis aux travailleurs doivent être conformes aux dispositions de la norme **ACNOR Z94.2 1974 : Protecteurs auditifs** (par ailleurs révisée en 1984 et 1994) (71,72,73).

C'est donc dire que l'affichage de la classe ACNOR* (A(L); B(L); C) doit être disponible dans les fiches techniques tout comme les valeurs de l'atténuation moyenne et l'écart-type mesuré pour chaque fréquence d'intérêt (125, 250, 500, 1000, 2000, 3 150, 4 000, 6 300, 8 000 Hz) (article 7.1 des réf. 71 à 73).

Lorsque le protecteur est manufacturé ou vendu aux États-Unis, l'affichage du NRR** est aussi rendu obligatoire en vertu de la réglementation américaine (74). Il est donc inclus dans la fiche technique.

Dans les lignes qui suivent nous abordons les principales limites liées à cette performance de laboratoire.

Dans les normes, il n'y a aucune consigne établie quant au choix des résultats retenus pour l'affichage dans les fiches techniques lorsque le manufacturier fait évaluer à plusieurs reprises ses produits dans un ou plusieurs laboratoires différents. On peut s'en douter, la tendance est de publiciser le produit à partir des meilleures données mesurées!

Considérant ces divers éléments, plusieurs auteurs recommandent de considérer que la performance de laboratoire des protecteurs est relativement équivalente si leur valeur NRR ne diffère pas entre eux de plus de trois décibels (et même de 3 à 4 dB, s'il s'agit de bouchons) (77,78).

* Notez que l'atténuation moyenne minimale qui doit être rencontrée pour chacune des 9 fréquences d'intérêt (de 125 à 8000 Hz) pour qu'un modèle soit classé A,B ou C varie entre la version 1974 de la norme (citée dans le RQMT) et celles subséquentes. De même, les catégories A(L) et B(L) ont été introduites dans la version de 1984.

** NRR = Noise Reduction Rating ou, en français, indice de réduction (d'atténuation) du bruit.

De plus, il est maintenant reconnu que ces données d'atténuation de laboratoire sont, de fait, un reflet limité de la performance réelle mesurée chez les travailleurs en situation «terrain». (75,76).

Même en gardant ces limites en tête lors de la sélection d'un protecteur, on n'est pas toujours assuré de la meilleure performance. En effet, l'ordre de performance basé sur ces résultats d'atténuation de laboratoire ne se conserve pas nécessairement dans le milieu de travail. Ceci est particulièrement vrai pour les bouchons : un modèle plus performant qu'un autre au point de vue du NRR théorique pourrait très bien moins bien se classer en situation terrain* (75).

Finalement, lorsqu'on veut utiliser ces données de laboratoire pour la condition de tirs d'armes à feu, une nouvelle contrainte se présente : le type de signal utilisé en laboratoire est de type continu par bande de tiers d'octave. Il est présenté à des niveaux limités puisqu'il sert à mesurer les seuils auditifs de sujets avec audition normale avec ou sans le protecteur auditif. La différence de seuils entre les deux conditions, mesurée à chaque fréquence testée, représente la valeur d'atténuation pour le protecteur auditif considéré. Une précision est incluse dans ces normes et stipule que la performance mesurée se maintient à des niveaux plus élevés. Toutefois, cela prévaudrait pour le même type de signal et non pas nécessairement pour les bruits impulsionnels (72,73,79,80). Il n'y a pas de doute que le protecteur modifie les caractéristiques temporelles et fréquentielles de l'impulsion telles que : le niveau de pression acoustique de crête, la durée de montée et totale, le spectre et, par conséquent, la dose.

Dans de nombreuses études, on fait plutôt appel à des méthodes dites «objectives» avec ou sans l'intermédiaire de sujets humains pour tester la performance du protecteur en présence de bruits impulsionnels. La majorité de celles-ci ont uniquement porté sur l'atténuation du niveau de pression acoustique de crête ($\hat{L}_p$) à l'aide de protocoles dont on n'a pas nécessairement contrôlé tous les paramètres (58, 81 à 86).

* La performance des coquilles, des bouchons de mousse expansible (les bouchons Ear original sont à peu près les seuls évalués en ce sens) et de certains bouchons moulés est toutefois plus stable du laboratoire au milieu de travail.

En ce qui concerne plus spécifiquement l'**atténuation par fréquences**, les quelques études recensées sur le sujet semblent démontrer qu'effectivement la performance mesurée en laboratoire (par la méthode traditionnelle des seuils auditifs) et affichée dans les fiches techniques serait assez représentative des valeurs obtenues pour des impulsions d'armes à feu (58,81,87,88,89,90). Elles n'ont toutefois pas permis d'évaluer tous les protecteurs auditifs disponibles sur le marché.

Parce que l'on ne dispose pas de meilleures sources de données, on pourrait donc quand même utiliser les valeurs affichées dans les fiches techniques comme données de base de l'**atténuation théorique** du protecteur en présence d'un bruit impulsionnel. Mentionnons toutefois, qu'au cours de 1996, une étude du GAUS devrait permettre de mieux préciser cette performance pour les bruits de type «armes à feu». Nous suivrons de près l'évolution de cette étude et vous informerons des résultats. **L'annexe 5** en présente brièvement le détail.

Appliquons maintenant cette information au contexte qui nous préoccupe : le(les) spectre(s) domine(nt) en moyenne(s) et davantage en haute(s) fréquence(s), et ce, autant pour le niveau de pression acoustique de crête que pour toute l'onde impulsionnelle.

La performance théorique et «terrain» des protecteurs culmine aussi dans cette zone. On peut donc croire que dans des conditions «adéquates»* de port, le risque d'atteinte à l'audition soit significativement réduit et la nouvelle exposition, relativement sécuritaire pour un plus grand nombre de policiers.

* définies à la suite dans cette section.

En résumé :

Sur la base de la performance mesurée en laboratoire et affichée dans les fiches techniques, retenons que :

- **Malgré les réserves exprimées sur la méthodologie et la rareté d'études complètes sur la performance des protecteurs en présence de bruits impulsifs, on peut tout de même référer à ces données de performance de laboratoire.**
- **Comme l'exposition est hautement nocive, il faut prioriser les modèles les plus performants*** (aux plans de l'atténuation moyenne et écart-type, de la classe ACNOR et du NRR). Nous devons tenir compte toutefois :
 - qu'en ce qui concerne les NRR, un écart inférieur à 3dB entre eux n'est pas significatif.
 - que certains modèles conservent mieux leur performance de laboratoire sur le «terrain».
 - que d'autres éléments, outre la performance, sont aussi critiques dans le choix d'un protecteur. Les plus pertinents au contexte des pratiques de tir sont d'ailleurs présentés à la suite.

* des recommandations sur des modèles spécifiques pourront vous être fournies.

3) Autres critères de sélection

Dans cette section nous présentons d'autres variables qui, mise à part la performance d'atténuation, peuvent influencer le choix du protecteur auditif.

Exigences au plan de l'écoute et de la communication

On le sait, dans certaines conditions, le port de protecteurs auditifs peut nuire à la communication. Nous avons assisté à des séances de tir dans trois milieux différents (deux salles et un champ de tir) afin d'observer dans quelles conditions s'effectuent les échanges verbaux et si celles-ci peuvent être déterminantes pour le choix d'un protecteur auditif particulier.

Il nous a fallu observer quelles sont les demandes d'écoute et de communication pour les tireurs et leur moniteur, le bruit de fond prévalent lors des échanges, la présence ou non du protecteur auditif et les capacités auditives potentielles (fatigue auditive et surdité) des policiers. Ainsi :

- Les échanges verbaux se font en général «dans un sens» : soit davantage du moniteur vers les policiers qu'à l'inverse;
- Les consignes sont relativement brèves, le contenu est plutôt familier et prévisible pour les policiers. Des gestes peuvent les accompagner.
- En salle, à la position du policier, le bruit de la ventilation est vraisemblablement inférieur à 75dB_A.
- Malgré le port de protecteurs qui fait souvent en sorte de nuire à l'ajustement spontané du niveau de la voix en fonction du bruit de fond (tendance à parler moins fort qu'en l'absence de protecteur) (91 à 93), les moniteurs ont quand même tendance à élever la voix de manière appropriée. Cet effort vocal exigé de leur part est assez limité dans le temps et ne semble pas leur causer d'inconfort.

associés sont aussi suffisamment souples pour permettre à un policier donné de se rapprocher et de faire face au moniteur de manière à compenser pour la perte éventuelle d'indices visuels ou d'informations auditives.

- Lorsqu'un policier décide, pour une raison particulière, de retirer son protecteur auditif entre les séquences de tir, aucun coup* ne peut donc survenir compte tenu aussi des consignes de sécurité très strictes qui prévalent lors de ces arrêts.
- Après avoir reçu les consignes de groupe, le policier se place en position dans son pas de tir en attente de l'ordre de tirer. Il est alors dos au moniteur. **Le policier qui a retiré son protecteur pour entendre les consignes doit alors être vigilant et développer le «réflexe» de bien réajuster son protecteur avant que soit donné l'ordre d'exécuter la prochaine séquence de tir.** Les moniteurs observés ou interrogés déclarent aussi qu'il est de leur responsabilité de s'assurer du port de protecteur en tout temps lors des tirs. À cet effet, consulter la question 2, section C à la page 9 du questionnaire (annexe 1).

En ce qui concerne l'ordre émis par le moniteur : parce qu'il est court, constant, donc hautement prévisible (du type : «Prêt sur la ligne de feu... FEU!») et que le nombre de tireurs effectuant simultanément une séance de tir est assez limité (rarement plus de quatre), la position habituelle du moniteur est assez rapprochée derrière la ligne de tir. Cela fait en sorte que le rapport signal/bruit ** est acceptable à la position du policier.

- Lorsqu'au moment où les policiers sont à réaliser une séquence de tirs, un enseignement individuel est nécessaire, le moniteur utilise la gestuelle appropriée auprès du policier concerné. Si nécessaire, la parole n'est utilisée que lorsque les autres tireurs ont terminé la séquence.

* Dans le cadre de nos observations, nous n'avons pu à ce jour étudier la condition suivante : séance de tirs dans un champ de tir où plusieurs aires peuvent être utilisées par des groupes différents. Ces aires sont séparées par des murs (écrans) d'une conception (matériau(x), épaisseur, hauteur...) donnée. Dans l'éventualité où les participants dans l'aire voisine tirent alors que le moniteur formule des consignes au groupe de policiers, il faudrait vérifier s'il est sécuritaire de retirer son protecteur.

** Différence en décibels, à la position du tireur, entre le niveau de pression acoustique de la voix du moniteur et le bruit de fond (la ventilation).

- Lorsqu'au moment où les policiers sont à réaliser une séquence de tirs, un enseignement individuel est nécessaire, le moniteur utilise la gestuelle appropriée auprès du policier concerné. Si nécessaire, la parole n'est utilisée que lorsque les autres tireurs ont terminé la séquence.
- Lorsqu'un signal sonore (chronomètre, sifflet) indique que le délai accordé pour réaliser la séquence de tirs est expiré, le policier n'a pas vraiment besoin de le détecter puisqu'il continue quand même sa manoeuvre. Ce signal, géré par le moniteur, lui permet plutôt de donner une rétroaction aux «retardataires».

Dans l'éventualité où ces conditions d'écoute et de communication et les ajustements spontanés auraient nuit au bon déroulement de la séance ou à la santé auditive des policiers, on aurait pu penser favoriser le port de protecteurs avec un système de communication intégré ou dont la performance s'améliore en fonction d'un niveau sonore plus élevé*.

Cependant, à la lumière de nos observations, il n'y a pas nécessité d'y recourir.

Naturellement, dans la mesure où des conditions particulières pourraient s'éloigner de celles décrites ici, il y aurait lieu de reconsidérer notre opinion et de procéder alors au cas par cas pour solutionner le problème de communication tout en optimisant la santé auditive des policiers.

Par contre, on sait qu'en situation de port discontinu (retrait du protecteur entre les séquences de tir, lors d'enseignements prolongés ou du décompte du pointage sur sa cible ...) un protecteur de **type coquille** est **davantage favorisé par rapport à des embouts (bouchons)**. D'ailleurs, c'est le type de protecteurs rapporté le plus souvent dans le **questionnaire****.

* À titre informatif, consulter l'annexe 6 pour la description du fonctionnement de ce dernier type de protecteurs.

** Bien que certains policiers rapportent que la présence de la coquille (simple) accentue les effets extra-auditifs inconfortables reliés à la déflagration, sur la tête et le corps.

Port d'autres protecteurs et conditions climatiques :

Comme les lunettes sont retirées lors des évaluations de laboratoire, il n'est donc pas étonnant que, lorsque maintenues en place, la fuite de son introduite par la perte d'étanchéité sur le pourtour de la coquille fasse en sorte de diminuer la performance **théorique** mesurée.

Qu'en est-il pour les policiers?

Précisons tout d'abord que le port de lunettes de sécurité est obligatoire lors des pratiques de tir. L'influence de cet accessoire est d'autant plus limité si les branchons sont minces, très près du visage et que le volume de la coquille est grand avec des coussins épais et souples (84,85,89,94). En ce qui concerne les lunettes fournies aux policiers, les nouveaux modèles semblent de plus en plus répondre à ces critères.

Toutefois, les policiers qui portent des verres correcteurs peuvent généralement les conserver lors de la séance. Vous pouvez, à cet effet, consulter la question 11, section C, à la page 12 du questionnaire (annexe 1).

Il faut donc être vigilant face au port de lunettes (sécurité ou verres correcteurs) car l'influence d'une fuite autour du visage peut limiter de façon significative (entre 5 et 10dB en moyenne, selon le modèle) la performance du protecteur sur tout le spectre fréquentiel.

Cette baisse de l'atténuation est plutôt un minimum aux fréquences inférieures à 500 Hz où l'on peut même assister à une **amplification du son** (84,85,94).

Évidemment aussi, pour des raisons de confort, le port d'embouts pourrait être envisagé. Toutefois, la présence de **poussière de plomb** sur les mains et les doigts serait à évaluer. Si tel était le cas, elle pourrait présenter une contre-indication au port d'embouts malléables* si ceux-ci devaient être retirés plusieurs fois durant la séance. En effet, les mesures d'hygiène appropriées seront en général difficilement applicables (non-accessibilité immédiate à des lavabos).

* À comprimer manuellement avant de les introduire dans le conduit auditif.

De plus, le temps requis pour bien les ajuster (réajuster) à chaque fois qu'on les retire pourrait aussi présenter une contrainte supplémentaire.

Dans un autre ordre d'idée, précisons que la pratique à l'extérieur peut être possible même l'hiver dans certaines municipalités. Le port d'un chapeau ne devrait pas interférer avec celui d'une coquille sinon il faudrait encore une fois envisager le port d'embouts.

Mentionnons aussi que les protecteurs auditifs conformes à ACNOR sont conçus de manière à ce qu'ils ne subissent aucune altération à des températures variant au moins entre -7°C et $+49^{\circ}\text{C}$. Pour des températures plus froides, il faut s'assurer que le protecteur demeure compatible. Nous y reviendrons dans la prochaine section traitant de l'hygiène et de l'entretien des protecteurs auditifs.

La double protection auditive

À prime abord, le port d'une protection combinée embout-coquille semble présenter moins de contraintes chez les policiers particulièrement à cause de la durée de port relativement limitée (en général, autour d'une heure).

Les études s'étant intéressées à ce type de protection en présence de bruits d'arme à feu arrivent généralement aux mêmes conclusions que celles portant sur les bruits continus (81,84,85,88,95). En effet, rappelons que le spectre de bruit domine particulièrement en haute(s) fréquence(s). Aussi, lorsqu'un protecteur est déjà porté «le mieux possible», l'ajout du deuxième améliore quelque peu la performance du premier (en moyenne, autour de 5 décibels) mais plafonne aux limites dictées par la conduction osseuse. Dans les faits, le bruit parvient alors de façon préférentielle par la voie des os et non par la voie aérienne... (77).

Bien que ce gain est à considérer, compte tenu de la nocivité des niveaux rencontrés lors du tir, il n'en demeure pas moins que des contraintes supplémentaires au plan de la communication, de l'ajustement* et du confort sont à considérer. Aussi, nous proposons d'envisager la double protection comme une alternative possible selon la convenance des tireurs et des moniteurs**.

L'information supplémentaire sur ce sujet, retrouvée à l'annexe 7, peut être intéressante à consulter.

* Le bouchon doit être bien ajusté et ne doit pas toucher la coquille pour éviter la transmission directe des vibrations de l'un ou l'autre protecteur.

** S'il y a présence de poussière de plomb, le choix de l'embout devra tenir compte des mises en garde exprimées précédemment sur les modèles malléables. Le port d'une double protection est actuellement plutôt rare si l'on se fie aux réponses à la question 9, section c, prévue spécifiquement à cet effet à la page 11 du questionnaire montréalais.

4. L'ajustement et l'entretien (hygiène)

Les différentes normes de référence pour la protection auditive (72,73,98) affichent une mise en garde à l'effet que les valeurs d'atténuation mesurées en laboratoire représentent la **performance optimale** d'un protecteur donné.

Dans la mesure où les conditions prévalant lors de ces tests ne sont pas toutes **reproductibles** ou **maintenues dans le temps** en milieu de travail la performance, on le sait, peut chuter **dramatiquement**.

Parmi les éléments pouvant expliquer de tels écarts de performance, un se démarque particulièrement, soit : la **mauvaise étanchéité** autour ou dans le pavillon due à un mauvais ajustement (incluant la sélection), entretien et hygiène du protecteur.

Pour s'assurer de corriger cette situation, il faut non seulement que le principal intéressé, le policier, soit bien informé et formé mais qu'il en soit de même pour les responsables (moniteur, instructeur).

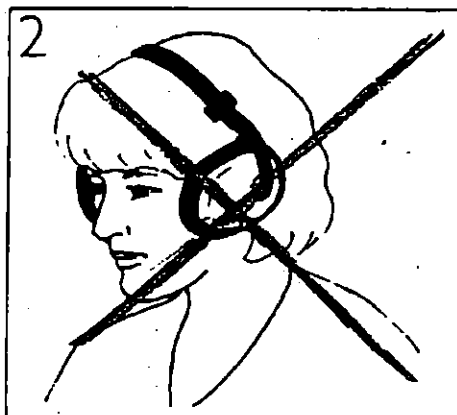
D'autre part, les décideurs (ex. directeur de police) doivent se sentir concernés par cette problématique afin de faciliter la mise en oeuvre et l'atteinte de l'objectif ultime visé par cette solution : réduire au mieux la nocivité de l'exposition au bruit d'armes à feu dans le contexte des séances de tir.

Dans les lignes qui suivent nous préciserons en quoi doit consister l'ajustement, l'entretien et l'hygiène d'un protecteur (77,99 à 103). Particulièrement pour les embouts (bouchons), l'information disponible auprès de certains manufacturiers, précisant l'ajustement spécifique d'un modèle donné, peut compléter avantageusement celle qui suit.

Protecteurs supra-auriculaires (coquilles)

Ajustement

1. Vérifier s'il y a un sens pour le positionnement de la coquille (haut-bas; gauche-droite; avant-arrière*). La coquille, de forme ovale, doit être portée de façon à être dans le sens vertical et **non pas** dans le sens horizontal comme sur la figure ci-contre :



2. Peu importe si le serre-tête (arceau) est ajustable en un point ou deux sur chaque coquille,



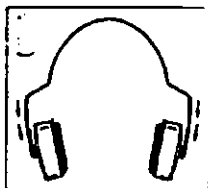
arceau ajustable
en deux points sur la coquille



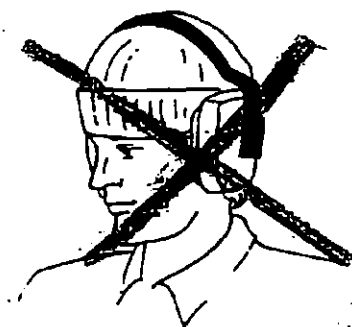
arceau ajustable
en un point sur la coquille

* ex. pour le modèle EAR 9000 présenté à l'annexe 6 : la «banque de filtres» doit être portée à l'avant.

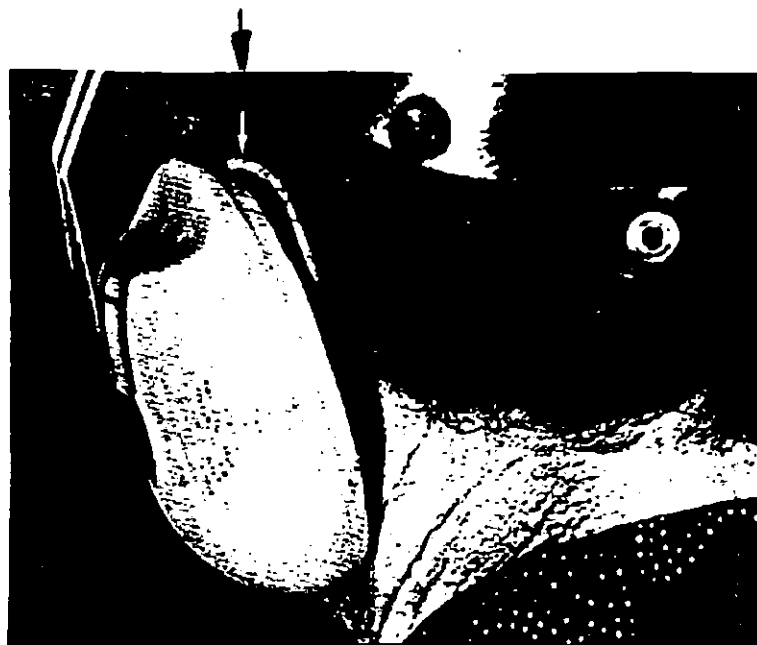
... le régler à sa position maximale d'étirement comme sur la figure ci-contre.



3. Placer le maximum de cheveux derrière le pavillon de l'oreille; retirer les vêtements (collet, chapeau,...) ou accessoires (boucles d'oreilles encombrantes) qui pourraient interférer avec l'étanchéité et le «confort» de la coquille, comme illustré sur les figures ci-contre :



4. Placer le protecteur sur les oreilles. L'arceau est bien centré au-dessus de la tête. S'assurer que le pavillon* ne repose pas directement sous les coussinets comme illustré ci-contre :



Mauvais ajustement. Le coussin repose sur le pavillon plutôt que de l'envelopper.

* pavillon : partie externe visible de l'oreille, souvent appelée «oreille».

Le pavillon doit plutôt se trouver à l'intérieur de la coquille, donc être entouré par elle, comme illustré sur la figure ci-contre. Au besoin, l'y placer en le repliant un peu*.



5. Tenir fermement le dessous de chaque coquille à l'aide du pouce ou le bas de chaque main. Appliquer une pression vers le haut et vers le pavillon, abaisser (régler) l'arceau jusqu'à ce qu'il soit bien centré et ajusté sur la tête** comme illustré sur la figure ci-contre :



On s'assure d'avantage : - de ressentir une pression uniforme tout autour du coussinet;
- d'éviter le déplacement du protecteur lors des mouvements du corps;

* les coquilles plus performantes peuvent être conçues de manière à ce que les dimensions de l'ouverture de la coquille sont minimisées mais avec un volume intérieur augmenté. En autant que le pavillon conserve sa position et sa forme normales dans la coquille, ce n'est pas un problème d'avoir dû le «manipuler» pour l'y placer.

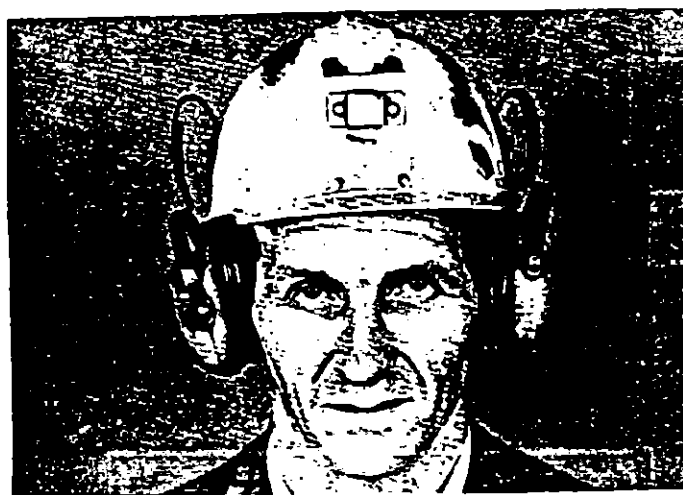
** • Au besoin, ajuster l'arceau sur une coquille à la fois.
• Il peut arriver que même si l'arceau est étiré au maximum le protecteur, une fois placé sur la tête, ne permette pas d'entourer les pavillons d'oreille, les dimensions de la tête étant alors trop grandes pour le modèle en question.
• Certaines coquilles plus récentes telles les «Sordin» ont un arceau dont la tension est aussi ajustable dans le sens horizontal (↔).

6. Déplacer les doigts autour de chaque coussinet afin de vérifier l'étanchéité* du protecteur en tous points. Au besoin et particulièrement pour la zone autour du branchon de lunette**, presser contre la coquille de manière à ce que le coussinet épouse davantage le pourtour de cet accessoire comme illustré sur la figure ci-contre :



Certaines personnes chez lesquelles les os de la joue sont proéminents (pommettes «saillantes») ou le bas du visage «creusé» (visage «osseux») peuvent plus difficilement obtenir une bonne étanchéité de la coquille sur la tête comme sur la figure ci-après.

Il s'agit alors d'opter pour d'autres modèles de coquilles ou des bouchons.



-
- * • Ne rien rajouter après coup (ex. crayon sous le coussinet,...).
 - Naturellement, une diminution du niveau sonore devrait très évidente.

** Voir la section de ce document sur le port de lunettes (p. 52).

L'ajustement décrit ci-haut doit minimalement être repris avant chaque séance puisque les protecteurs sont partagés entre plusieurs policiers.

Attention! Comme les policiers peuvent retirer le protecteur à quelques reprises durant la séance, il est important de bien vérifier son ajustement à chaque fois qu'il est remis en place compte tenu, entre autres, que le réglage de l'arceau a pu se modifier.

Protecteurs supra-auriculaires (coquilles)

Entretien et hygiène

- Ne pas altérer ni modifier le protecteur auditif : ne rien y rajouter ou enlever (ex. mousse interne) pour ne pas nuire à la performance. Ne pas tordre ou étirer l'arceau de manière à en modifier (réduire) la tension.
- Afin de prolonger la durée de vie du protecteur, ne pas les entreposer dans des conditions extrêmes de température :
 - Par exemple, ne pas les laisser dans un véhicule par temps chaud. L'effet de loupe du vitrage peut particulièrement altérer en permanence le coussinet (rétrécissements causant des crevasses donc des ouvertures pour laisser passer les ondes sonores).
 - Lors du transport (ex. utilisation d'une salle ou champ de tir à l'extérieur du service), éviter que les coquilles s'entrechoquent et s'endommagent.
 - Dans un champ de tir, les protecteurs peuvent être entreposés dans une roulotte plus ou moins isolée. Toutefois, l'article 4.2 de la norme ACNOR Z94.2 (Versions 1974 et subséquentes; 71,72,73) précise que la conception du protecteur doit être telle qu'elle garantisse sa non détérioration dans des conditions de température variant entre -7° C et + 49° C. À des températures voisinant le point de congélation le coussin pourrait durcir mais perdra cette tendance au contact du corps humain.

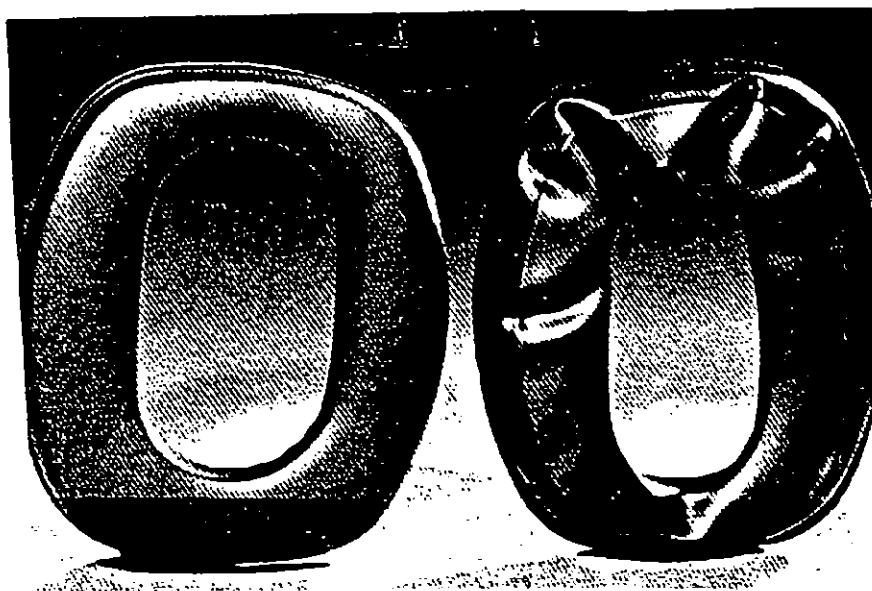
Idéalement, si les protecteurs ne sont pas utilisés l'hiver pour une période prolongée, les ramener dans le service. Sinon, les réchauffer au besoin avec les mains avant de les ajuster.

Lorsque portés à l'extérieur dans des conditions de température inférieures à cette limite de -7°C , les experts techniques des compagnies Peltor, Bilsom et Ear interrogés affirment que les coussinets (généralement de mousse) ne devraient pas durcir ni perdre leur pouvoir d'étanchéité parce qu'ils s'adaptent alors à la température du corps humain. Il devrait en être de même pour l'arceau. Par contre, la coquille pourrait craquer plus facilement si elle était cognée.

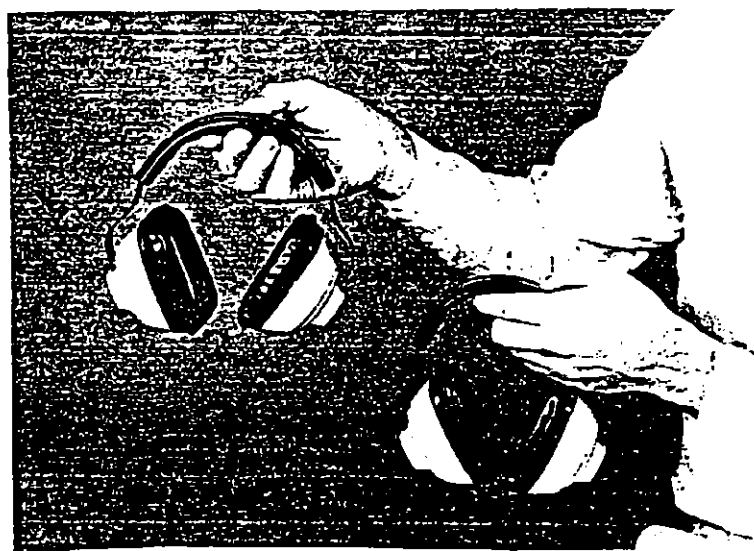
- Afin de conserver la propreté du protecteur et prolonger leur durée de vie, ils doivent être entreposés dans un endroit propre. Par exemple, ils devraient être rangés à l'extérieur d'une salle de tir si la présence de poussière de plomb y est notée. S'assurer que les arceaux ne sont pas étirés ou les coussinets déformés sous la pression d'autres coquilles. Aussi, ne pas placer les protecteurs pêle-mêle.
- Lorsqu'une pièce du protecteur est endommagée, la remplacer dans les plus brefs délais.

C'est le cas, par exemple :

- s'il y a fuite de son (ouverture) au(x) point(s) de fixation de l'arceau sur la coquille;
- si le mécanisme d'ajustement de l'arceau ne coulisse plus assez bien pour permettre un bon ajustement sur la tête;
- si les coussinets ne s'enclenchent ou ne reposent plus bien sur les coquilles;
- si la coquille est trouée ou craquée
etc.
- Avec le temps, selon les conditions personnelles (huiles de la peau et des cheveux, transpiration, cosmétiques...) et environnementales, le protecteur s'use :
 - les coussinets durcissent, fissurent, la présence des branchons de lunette y laisse une empreinte permanente : leur capacité de résilience est réduite, l'étanchéité aussi (voir la figure en haut de la page suivante);
 - la mousse interne est détériorée, durcie, sale;
 - l'arceau perd son pouvoir de tension : les deux coussins sont plus écartés que sur un modèle neuf lorsque l'arceau est tenu en son centre. La figure au bas de la page suivante est explicite à cet effet.



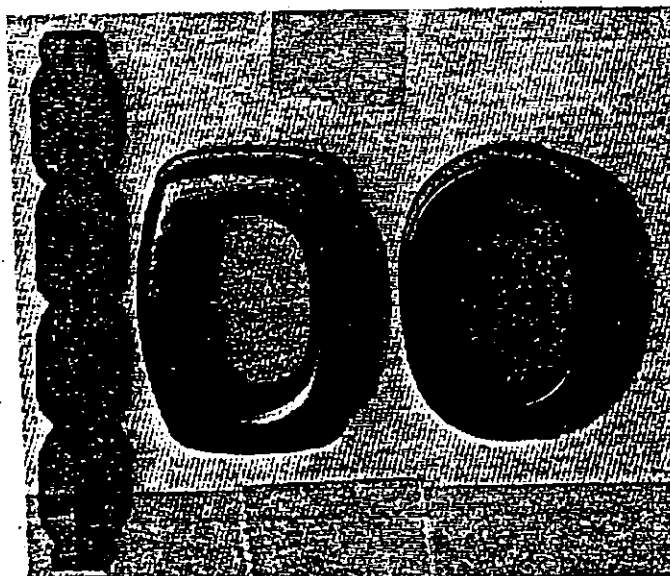
Coussinet neuf (à gauche) et usagé (à droite)



Comparaison de deux modèles identiques de coquilles. La tension de l'arceau de celui de gauche (modèle usagé) est réduite par rapport au modèle de droite, neuf.

- On recommande de remplacer les **coussinets** et la **garniture interne (mousse)** à une fréquence d'une à deux fois par an. On devrait changer l'arceau aux années et la coquille aux deux ans :*

Lors de la sélection d'un protecteur donné on s'assure de la disponibilité de ces pièces de rechange chez le distributeur (voir la figure ci-bas).



S'assurer toutefois de replacer la coquille (orientation haut-bas, avant-arrière, gauche-droite) ainsi que la garniture de mousse telle qu'originellement installées.

* Dans le contexte qui nous préoccupe, la fréquence d'utilisation n'est pas sur une base quotidienne. Aussi, on peut prolonger, le cas échéant, ces délais.

- En ce qui concerne plus spécifiquement l'hygiène à favoriser : les articles 4.1 de ACNOR (72,73) et 51, dernier alinéa du RQMT (6) prennent ici tout leur sens :

Article 4.1 :

«À moins qu'ils ne soient destinés à être portés par une seule personne, les protecteurs auditifs doivent être faits de matériaux pouvant être nettoyés. De plus, les protecteurs auditifs destinés à être partagés devraient pouvoir être désinfectés.»

Article 51, dernier alinéa :

«Le paragraphe d) du premier alinéa de l'article 9 s'applique, en l'adaptant, à ces protecteurs auditifs.

Article 9 d) : l'équipement de protection doit être désinfecté avant d'être utilisé par un autre travailleur, sauf en cas d'urgence.»

En effet, la majorité des répondants à notre questionnaire rapportent disposer d'un certain nombre de protecteurs pour l'ensemble des policiers soumis à des séances de tir.

Habituellement, le fabricant recommande l'utilisation d'une eau tiède savonneuse non détergente pour nettoyer le protecteur auditif. L'usage d'alcool est à proscrire puisqu'il peut accélérer la détérioration du coussinet et de l'arceau.

Cependant, cette méthode ne permet pas une **désinfection adéquate**.

Il nous fallait trouver une alternative qui tout en nous permettant de bien répondre à ces exigences de nettoyage et de désinfection ne puisse pas causer d'irritation, de détérioration hâtive du coussinet et de l'arceau, soit facile d'application et sèche rapidement puisque le protecteur peut être porté assez rapidement par un autre policier. L'application de **chlorure de Benzalkonium** sur l'arceau et les coussinets, avant ou après l'utilisation de la coquille par un policier, répond à ces préoccupations.

On peut commander des **tampons** chez : Dufort et Lavigne

(boîte de 100 = 2,75\$)

1227, Rachel est

Montréal (Québec)

H2J 2J8

Tél. : 527-9381

1-800-361-0655

Télécopieur : 527-6883

On recommande l'utilisation de trois tampons par protecteur (un par coquille et un pour l'arceau). Naturellement, les mains et, le cas échéant, la surface de travail devront être propres.

Afin de protéger le coussinet et la mousse interne, on peut aussi y apposer un papier éponge absorbant dit «collerette» tel le Peltor Clean ou Bilsom cool. Compte tenu de leur forme, matériau de composition et épaisseur, s'ils sont bien appliqués, ils ne devraient pas modifier l'étanchéité du coussinet sur le pourtour de la tête. Les tests réalisés en laboratoire confirment cette affirmation (104), du moins pour les modèles de coquilles des compagnies manufacturières (Bilsom et Peltor).

Dans la mesure où ils s'ajusteraient bien à des coussinets de mêmes dimensions mais de d'autres compagnies, on pourrait aussi en recommander l'usage. En ce qui concerne la pochette Sordin «defender Cover», nous ne disposons pas pour le moment de données sur la stabilité de l'atténuation du protecteur qu'il recouvrirait, mis à part la confirmation du distributeur à cet effet.

Veuillez noter que l'application de cet accessoire n'exclurait pas la désinfection (du moins, de l'arceau). Aussi, avant d'opter pour cette avenue, le coût impliqué pour l'achat de ces collerettes (autour de .40 la paire) ou pochette (autour de 1,00 \$ la paire) à usage unique et la nécessité de bien les apposer doivent être pris en considération.*

À la suite, vous trouverez de la publicité sur ces accessoires. Veuillez toutefois noter que certaines d'entre elles ne sont malheureusement pas disponibles en français.

* Cet accessoire peut toutefois être utile lorsque les protecteurs sont utilisés par temps très chaud. En effet, parce qu'il absorbe la transpiration, il peut accroître le confort du protecteur et réduire ainsi les risques d'irritation. De plus, il permet le maintien d'une meilleure stabilité de l'ajustement du protecteur autour de l'oreille.

^{Bilsom}
COOL II.



Absorbs moisture
15 times its weight.

Dermatologically
tested.

Pulls moisture away
from skin.

Hygienic—a must
whenever muffs are
shared!

Patented punch-out
center provides extra
protection for inside
of muff.

Pads do not affect
attenuation of muffs.

Economical—Can
be reused after
overnight drying.

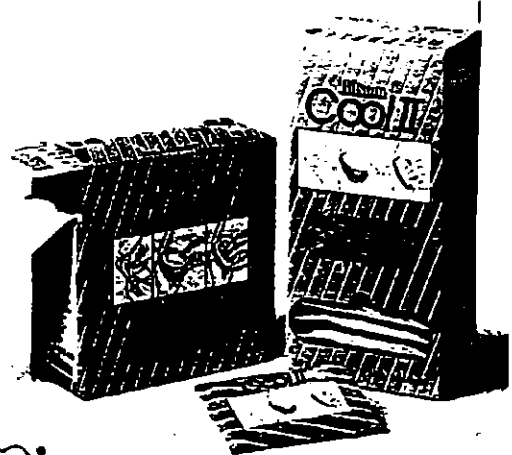
Cool II Absorbent Ear Muff Pads

BILSON GROUP.

Bilsom
Cool II

Cool and comfortable, the Cool II Pad fits all Bilsom Ear Muffs as well as most other muffs.

Available in convenient 100-pair dispenser roll (#3455) or box of 20 5-pair pouches (#3456)



Bilsom

Cool II- Designed for maximum comfort

Fits all Bilsom muffs, as well as most other muffs on the market.

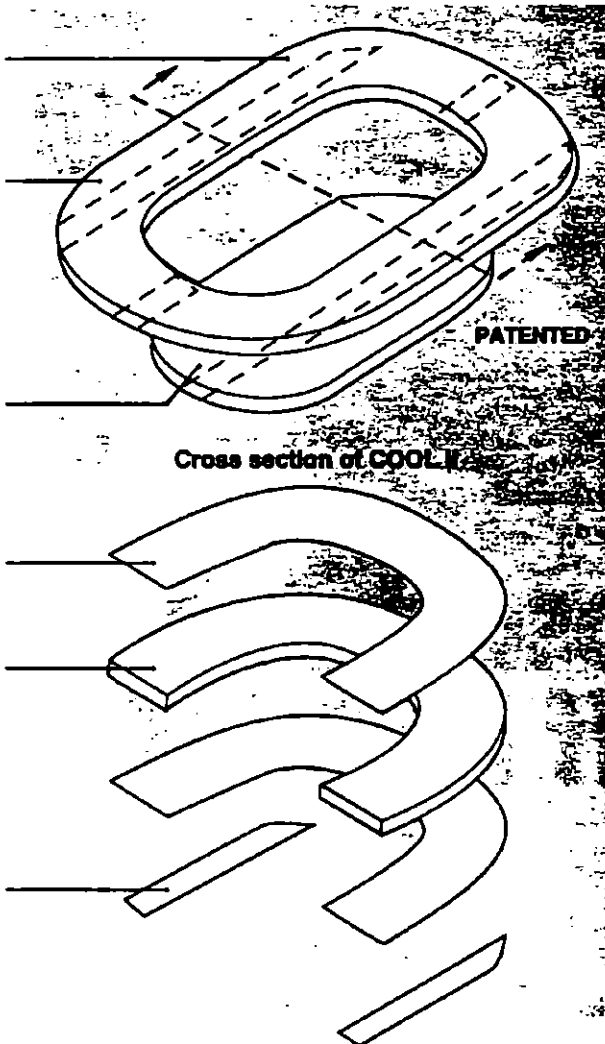
Provides relief between skin and irritating vinyl cushions; absorbs moisture to keep you cool and comfortable in hot environments.

Punch-out center can be placed inside muff cup to protect inside from dust and moisture when muff is taken off.

Surface layer is dermatologically tested, non-woven polypropylene material for maximum comfort and hygiene.

Inner layer of cellulose and super-absorbent fibers pulls moisture away from skin and holds it away.

Acrylic adhesive tape is designed to stay in place, yet is easily removed, leaving no residue.



New greatly improved Cool II Absorbent Ear Muff Pads are three times as absorbent as our original Cool pads, holding moisture up to 15 times their own weight. The surface layer is dermatologically tested nonwoven polypropylene that stays dry, while moisture is drawn away from skin and trapped in the inner layer.

New patented punch-out center fits inside muff cup to protect it against moisture and dust. New acrylic adhesive provides for sure grip and easy removal.

Hygiene is important, especially when ear muffs are shared. A fresh pad assures wearer of cleanliness and dryness.

Comfort doesn't have to compromise effectiveness. Cool II pads provide cushioning and reduce moisture, but do not affect attenuation characteristics of the ear muffs.

Economy is the bottom line. Cool II pads help prolong the life of the muff cushions and cups. Pads can be reused in most environments after overnight drying.

Distributor:

Bilsom International, Inc. 5300 Region Court Lakeland, FL 33801
Tel: (941) 683-9164 Fax: (941) 683-9582 Toll Free: 1-800-733-1177

BILSOM GROUP



PELTOR *Clean*

Protection en papier absorbant contre la transpiration pour casques anti-bruit, micro-écouteurs et Headsets



Confort assuré et meilleure hygiène aux postes de travail exposés à la chaleur et pendant la saison chaude. Protection en papier doux, se place rapidement sur les anneaux d'étanchéité. A usage unique.

Emballage:

une paire sous enveloppe en papier

5 paires en sachet plastique

100 paires dans un présentoir de distribution (photo)

800 paires dans un carton d'expédition

Référence: HY100



Aussi bon soit-il, un casque anti-bruit peut devenir désagréable au contact de la peau, en particulier dans un milieu froid ou très chaud...



...mais avec le PELTOR Clean, le casque reste toujours confortable et hygiénique.

PELTOR AB
NORHAMMER LTD.

P.O. BOX 2042 - GRAVENHURST - ONTARIO POC 1G0
TEL (705) 689-2374 - FAX (705) 689-6968

Distributeur:



SORDIN DISPOSABLE EARMUFF COVERS

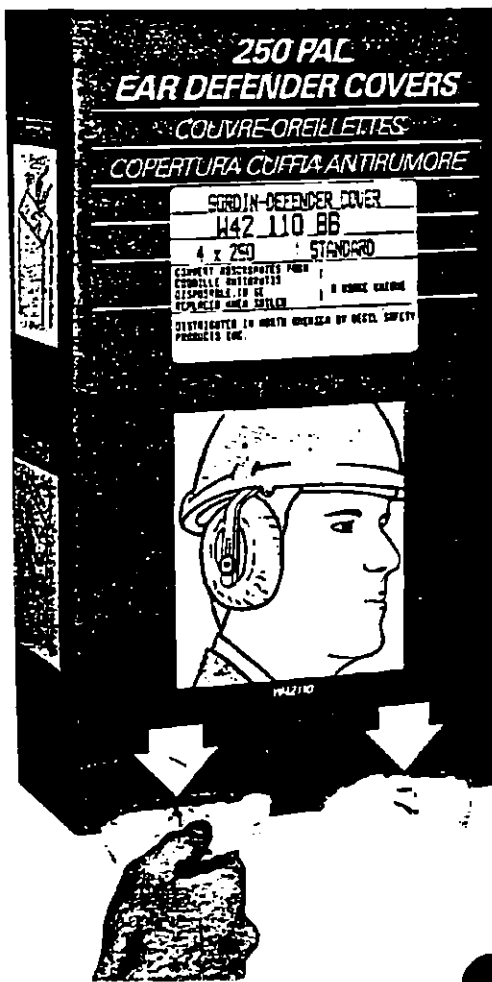
Wearing earmuffs can be uncomfortable, especially in hot and humid or cold conditions. The Sordin EARMUFF COVERS make earmuffs more comfortable to wear. Due to the superior comfort, the user will wear the hearing protector for a longer period of time.

Combining the Sordin earmuffs with the DISPOSABLE EARMUFF COVER will provide unequalled comfort.

- Two layer material absorbs perspiration yet keeps skin dry, reducing irritation.
- Fabric construction increases wear and comfort for prolonged earmuff use.
- Disposable - hygienic, clean every time. Protects earmuff and sealing ring increasing useable life. Economical.
- Elasticized - easy to apply and remove. Fits over most earmuffs.

Ordering Information:

W42.110 Wall mount dispenser.
125 pair per dispenser



NOUVELLE ADRESSE

Équipement de sécurité Safety Supply
9300, ouest Henri-Bourassa, Suite 100
Saint-Laurent (Québec)
H4S 1L5

Téléphone: (514) 332-6105

SAFETY PRODUCT 1-800-361-9113

Télécopieur: (514) 332-4584

Telefax: (416) 856-1694

Distributeur: 681 Rowntree Dairy Rd., 1st Floor, Waukegan, Ontario, Canada M9L 1P1

Dans la section suivante, nous reprenons le même type d'information que pour les coquilles. Nous abordons tous les types d'embouts sans distinction. **Naturellement, le choix d'un type plutôt qu'un autre devrait tenir compte des critères précisés auparavant dans ce chapitre.**

Bouchons malléables (mousse expansible)

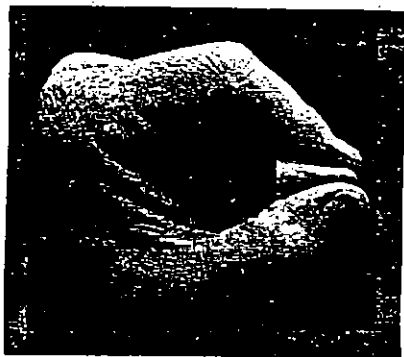
Les éponges acoustiques jaunes de la compagnie Ear ne sont plus les seuls modèles de ce type.

En effet, au cours des dernières années, plusieurs autres ont fait leur apparition sur le marché. Le type de mousse de fabrication a permis d'obtenir des modèles avec une certaine forme lors du moulage. Ainsi, la forme cylindrique du Ear original fait souvent place à des formes plus ou moins ovales pour l'extrémité qui s'insère dans l'oreille.

De plus, certains sont disponibles en plusieurs grandeurs afin de suppléer au fait que le modèle standard n'est pas nécessairement étanche (trop gros ou trop petit) et par le fait même non adapté à toutes les formes et dimensions de conduits auditifs. Naturellement, un format différent pourrait être nécessaire si les deux conduits n'ont pas la même grosseur.

Bouchons malléables (mousse expansible)

Ajustement



1. Bien se laver les mains à l'eau tiède savonneuse.
2. Prendre un bouchon entre le bout des doigts. Nous suggérons d'utiliser le pouce et l'index du même côté que l'oreille où on veut le placer.

Si le bouchon est arrondi à un bout : placer cette partie arrondie le plus près du bout des doigts.



3. Rouler le bouchon entre vos doigts pour l'aplatir. Commencer par une légère pression. L'augmenter au fur et à mesure que le bouchon se comprime.

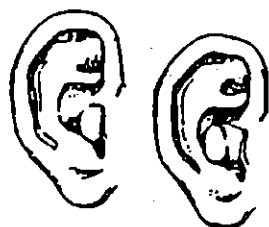
Comprimer le bouchon au maximum. Vous assurer qu'il a la forme allongée d'un cylindre. Cette grosseur est correcte ○ (4.5 - 5 mm) pour s'assurer qu'il soit plus petit que le conduit de l'oreille. Jusqu'à 30 secondes pourrait être nécessaire.



4. Pendant que le bouchon se comprime, passez l'autre main derrière la tête. À l'aide du pouce et de l'index, tirer le haut de l'oreille vers le haut et un peu vers l'avant. Le conduit de l'oreille est alors plus droit et large : le bouchon y sera placé plus facilement.

5. Insérer **immédiatement** le bouchon comprimé dans le conduit. Le placer de façon à ce que seule l'extrémité du bouchon demeure à l'entrée du conduit, le reste étant à l'intérieur. À l'aide d'un doigt (le pouce ou l'index) appuyer sur le bouchon à l'entrée du conduit le temps qu'il gonfle. Autour d'une **demie à une minute** est nécessaire pour que le bouchon prenne ainsi la forme du conduit.

Attention! Lorsque le bouchon commence à gonfler, ne plus le bouger. Cela n'améliorera pas son placement. S'il semble être mal mis, recommencer plutôt l'ajustement à partir du début.



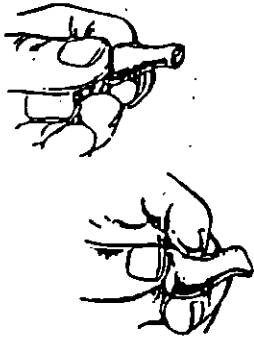
insertion
correcte

insertion
incorrecte

6. En plus du fait de moins bien entendre le bruit environnant, les deux figures ci-contre permettent d'avoir **une idée** d'un bon et mauvais placement du bouchon.

7. Pour retirer le bouchon, tirer sur l'oreille de la même façon que lors de son insertion. Avec le pouce et l'index de l'autre main tirer lentement sur l'extrémité du bouchon tout en le tournant de gauche à droite.

insertion correcte



8. Une autre façon rapide de vérifier si le bouchon était bien placé est de l'examiner une fois sorti du conduit.

Si au moins la moitié du bouchon a la forme du conduit et reste comprimé durant quelques secondes, c'est alors excellent!

insertion incorrecte



Si, par contre, sa forme démontre qu'il était «plissé», «comprimé» dans le conduit, ça signifie qu'il n'était pas bien placé.

Attention! le réajustement du bouchon peut être nécessaire en cours de séance ou de journée simplement à force de bouger la tête, de mâcher ou de parler.

Bouchons malléables (mousse expansible)

Entretien et hygiène

- Les bouchons sont personnels. Ils ne doivent pas faire l'objet d'échanges avec les autres travailleurs. Les risques d'irritations et d'infections sont ainsi diminués.
- Si, entre autres, l'environnement de travail, les conditions le permettent (pas trop de poussière, d'huile, de solvant, de graisse, de fumée...) s'ils sont bien nettoyés et en bon état (non craqués, déformés ou durcis de telle sorte à ne plus se comprimer ou gonfler comme un bouchon neuf), on peut réutiliser les bouchons durant quelques jours*.
- Normalement on doit les nettoyer chaque jour à l'eau tiède savonneuse**.

Bien rincer à l'eau tiède. Les presser pour faire évacuer le surplus d'eau. Laisser sécher à l'air avant de les porter à nouveau si nécessaire. Une deuxième paire peut être portée pendant que la première sèche.

- Les placer dans un contenant propre lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- Tout comme les coquilles, le fait de les entreposer dans un endroit non chauffé et mal isolé l'hiver peut faire durcir quelque peu le matériel. Au besoin réchauffer manuellement le bouchon avant de l'introduire dans le conduit auditif. Toutefois, il s'agirait idéalement de ranger ces protecteurs dans le service surtout lorsque non utilisés l'hiver pour une période de temps prolongée.

Une fois inséré dans l'oreille, parce qu'ils s'adaptent à la température corporelle, ils ne devraient pas être influencés par une température extérieure inférieure à -7°C par exemple.

* Certains auteurs vont jusqu'à dire quelques semaines (ex. 2-3) bien qu'en général, compte tenu des contraintes de nettoyage, on a aussi tendance à les considérer à usage quotidien.

** Non détergente ni abrasive, car cela pourrait faire durcir le bouchon et risquerait aussi d'irriter le c.a.e. Ne pas appliquer d'alcool!

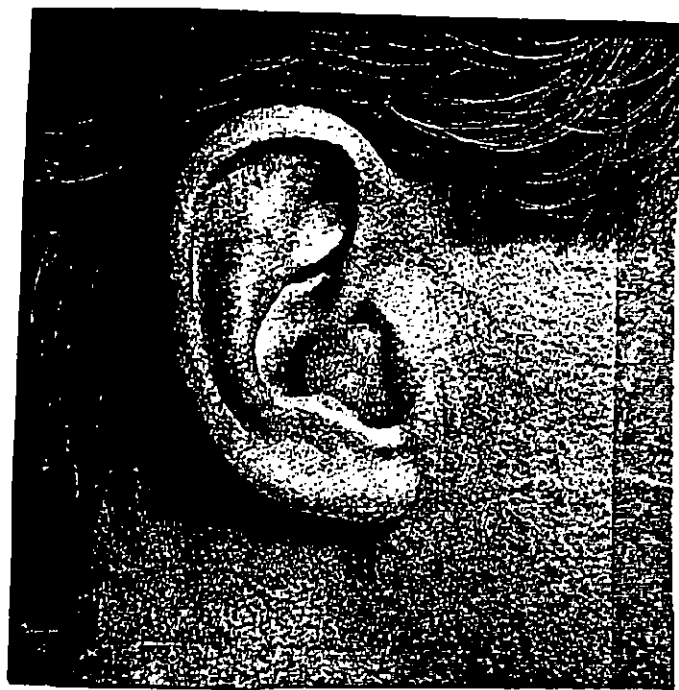
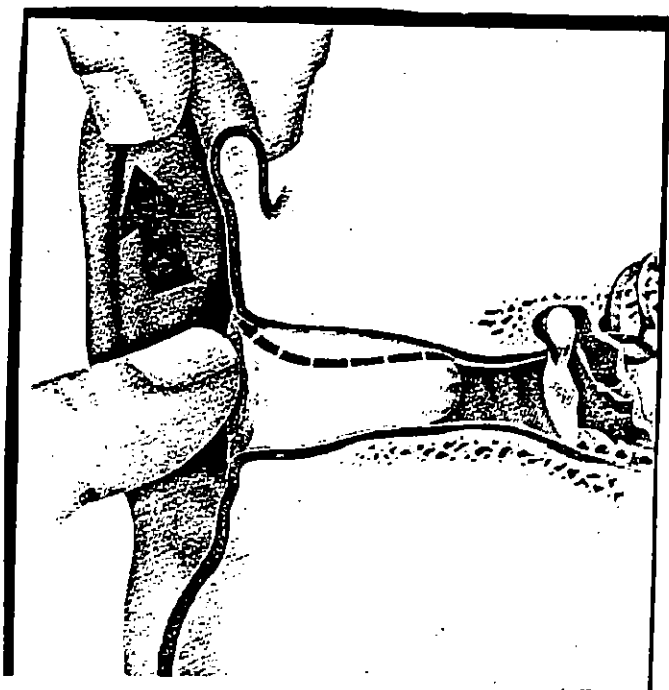
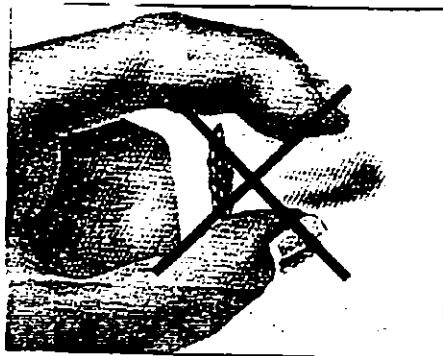
Bouchons pré-moulés rigides; souples (tampons acoustiques) et bouchons moulés à l'oreille*.

Ajustement

1. Se laver les mains à l'eau tiède savonneuse;
2. Prendre le bouchon par la tige (languette) ou le capuchon (tampon acoustique). Utiliser le pouce et l'index de la main du même côté que l'oreille où on veut le placer. **Ne pas rouler ou comprimer le bouchon.**
3. Passer l'autre main derrière la tête. À l'aide du pouce et l'index de cette main, tirer le haut de l'oreille vers le haut et légèrement vers l'avant. Le conduit de l'oreille est alors plus droit et élargi : le bouchon y sera placé plus facilement.
4. Placer lentement le bouchon dans le conduit auditif en le tournant au besoin de gauche à droite. Pour les bouchons **pré-moulés rigides** les placer de manière à ce que la jonction de la tige (languette) avec le bouchon soit à l'entrée du conduit.

Les figures des deux pages suivantes illustrent bien cet ajustement.

* - pour les bouchons pré-moulés disponibles en plusieurs grosseurs un format différent pourrait être nécessaire si les deux conduits sont de grandeurs différentes;
- bien que le nouveau modèle **Express de Ear** soit considéré un bouchon de mousse expansible, il s'insère de la manière décrite ici.



Ajustement d'un bouchon
de type tampon acoustique



a

- a) Le bouchon **pré-moulé rigide** est bien placé à l'entrée du conduit. La jonction de la tige avec le bouchon ferme le conduit.



b

- b) **Mauvaise insertion.**
La jonction de la tige avec le **bouchon pré-moulé rigide** ne ferme pas bien le conduit et sort de l'oreille.

Une autre façon de vérifier l'ajustement de ces bouchons est de tenter **douxement** de les retirer : on devrait alors ressentir de la **résistance dans le conduit**.

Naturellement, pour le **Ear Express**, compte tenu de la faible surface couverte par de la mousse : le bouchon est inséré plus profondément dans l'oreille.

5. Pour retirer le bouchon, tirer sur l'oreille de la même façon que pour son insertion. Afin de réduire graduellement la pression d'air emprisonnée dans le conduit, tirer **lentement** sur la languette (tige) ou le capuchon, avec le pouce et l'index de l'autre main, tout en tournant le bouchon de gauche à droite.

Attention! Le réajustement du bouchon **peut** être nécessaire en cours de séance ou de journée, simplement à force de bouger la tête, de mâcher ou de parler.

Bouchons pré-moulés rigides; souples (tampons acoustiques) et bouchons moulés à l'oreille

Entretien et hygiène

- Ces bouchons sont personnels*. Ils ne doivent pas faire l'objet d'échanges avec les autres travailleurs. Les risques d'irritation et d'infections sont ainsi diminués. Lorsque des bouchons pré-moulés de grandeur différente sont portés : toujours placer celui qui convient à l'oreille appropriée.
- Les tampons acoustiques sont jetables après usage (durée de vie maximale : 1 journée).
- Pour les autres bouchons, idéalement à chaque jour : les nettoyer à l'eau tiède savonneuse**. Bien les rincer à l'eau tiède et les laisser sécher. Les placer dans un contenant propre lorsque non utilisés.
- Dépendamment, entre autres, des conditions de l'environnement de travail (pas trop de poussière, huile, graisse, solvant, fumée,...), de nettoyage et d'entretien :
 - les bouchons pré-moulés rigides peuvent maintenant durer de 1 à 6 mois (et même plus). On doit toutefois les remplacer au moindre signe de détérioration : rétrécissement, durcissement, déformation, fissures. Dans le cas des bouchons reliés par un arceau (semi-insérés), le(s) remplacer aussi lorsque ce dernier a perdu son pouvoir de tension ou de réglage sur la tête;
 - les bouchons moulés à l'oreille ont une durée de vie jusqu'à deux ans. Les remplacer lorsqu'ils sont usés : fendillés, déformés ou qu'avec le temps ils ne sont plus étanches dans le conduit auditif;

* C'est véritablement le cas pour les bouchons moulés à l'oreille puisqu'ils sont fabriqués selon l'empreinte de chaque conduit.

** non détergente, ni abrasive car cela pourrait faire durcir le bouchon et irriter l'oreille. Ne pas non plus utiliser d'alcool.

- tout comme les coquilles, le fait de les entreposer dans un endroit non chauffé et mal isolé l'hiver peut faire durcir quelque peu le matériel. Au besoin, le réchauffer manuellement avant de l'introduire dans le conduit auditif. Idéalement, il s'agirait de ranger ces protecteurs dans le service surtout lorsque non utilisés l'hiver pour une période de temps prolongée.

Une fois insérés dans l'oreille, parce qu'ils s'adaptent à la température corporelle, ils ne devraient pas être influencés par une température extérieure inférieure à -7°C par exemple.

CHAPITRE V

ÉLÉMENTS POUR L'ÉLABORATION D'UN SOUS-PROGRAMME DE SANTÉ SPÉCIFIQUE

V **Éléments pour l'élaboration d'un sous-programme de santé spécifique**

Dans les lignes qui suivent, nous abordons tout d'abord les éléments de justification pour les activités retenues au programme de santé. Puis nous présentons, conformément à l'approche utilisée dans le document montérégien de janvier 1994 «Éléments permettant l'élaboration d'un sous-programme type de santé spécifique à un établissement s'adressant aux policiers», la grille synthèse du potentiel de nocivité reliée à l'exposition aux tirs d'arme à feu ainsi que les objectifs et activités retenues aux fins de l'opérationnalisation du PSSE. Le détail de ces activités fait l'objet d'un **cahier d'animation** distinct mais complémentaire à ce document de référence.

La nocivité de l'exposition au bruit reliée aux tirs d'armes à feu ainsi que les effets extra-auditifs particuliers ressentis font en sorte que le port de protection auditive est systématique ou quasi-systématique. Si l'on s'appuie sur un modèle d'adoption de comportements préventifs (ex. Catania et coll.) le processus est donc réalisé dans ses diverses étapes : soit de la «reconnaissance de la situation à risque» à «l'adoption de mesures préventives».

Aussi, les activités retenues pour le programme de santé feront habituellement en sorte de renforcer les attitudes et comportements déjà instaurés. Aussi, à la lumière de nos observations «terrain» les critères de sélection, les modes d'ajustement, d'entretien, d'entreposage et de désinfection des protecteurs auditifs seront révisés et uniformisés.

Compte tenu du contexte particulier décrit ci-haut et de la non disponibilité des équipements de mesure, la **surveillance environnementale** n'est pas une activité retenue dans le PSSE. Toutefois, les données dont nous disposons dans la littérature (voir chapitre III) peuvent au besoin servir avantageusement de référence, du moins pour les policiers qui pratiquent le tir.

Il en est de même pour la «**surveillance**» **médicale** qui se justifie difficilement d'autant plus que le processus d'acquisition plus complexe de la surdité (traumatique et progressif) la rend moins bien opérationnelle :

Ainsi, pour la **surdité traumatique (soudaine)** associée au tir d'arme à feu dans le contexte policier :

Au plan thérapeutique, il n'y a pas de conduite médicale particulière qui, à ce jour, a fait hors de tout doute ses preuves quant à l'amélioration du pronostic (64,65). Si un tel accident survenait, il faudrait par contre **immédiatement** mettre l'oreille au repos afin de ne pas prolonger indûment l'agression. La seule conduite à suivre est alors de surveiller l'évolution des symptômes ressentis (surdité soudaine avec ou sans acouphènes). S'ils persistent même après quelques jours, une évaluation audiologique/otologique devrait être réalisée. Naturellement, en l'absence d'une évaluation de référence, l'information issue de cette consultation pourrait être plus limitée.

Nous suggérons de proposer aux services policiers municipaux le service d'audiologie du CH Charles LeMoyne comme ressource privilégiée en ce sens. Cette façon de proposer une porte d'entrée unique nous assurera une rétroaction sur la justesse de nos recommandations. Elle constitue aussi une méthode de surveillance de type «événement sentinelle». Notez aussi qu'au besoin une réclamation pour surdité pourrait être complétée à la CSST.

Naturellement, une telle éventualité est fortement réduite si les conditions de sélection, d'ajustement et d'entretien des protecteurs sont optimisées.

L'EXPOSITION AU BRUIT DANS LE CONTEXTE POLICIER

VOLET PRATIQUES DE TIRS

POPULATION-CIBLE	TYPE D'EXPOSITION	CONDITIONS DE L'EXPOSITION	RISQUES À LA SANTÉ	POTENTIEL DE NOCIVITÉ
Tous les policiers incluant le personnel administratif ou temporaire, leurs moniteurs et instructeurs	pratiques ou supervision de tirs en salle ou à l'extérieur	Peu importe qu'il s'agisse d'un champ de tir ou d'une salle de tir : - niveaux de pression acoustique de crête pouvant dépasser les niveaux de tolérance de l'oreille humaine : - ~162-172dB lin. pour les tireurs. - Variables pour les moniteurs, car dépendant de la distance, elle-même variable, avec le tireur le plus près. Dans la majorité des cas, supérieurs à 140dB lin. - Présence de plomb au-delà des normes et en excès au niveau sanguin : <u>Si tel est le cas</u>, pourrait constituer un risque supplémentaire pour le système auditif.	• fatigue auditive • surdité permanente d'origine traumatique ou progressive avec leurs nombreuses conséquences pour la personne atteinte et son entourage aux plans social, familial, personnel et professionnel. • effets extra-auditifs temporaires ou permanents : - système cardio-vasculaire - système digestif - augmentation de la charge de travail/risque accru d'accidents car difficultés de concentration, d'attention, fatigue musculaire et nerveuse, perturbations des capacités de détection/ perception/ communication/ localisation auditive. - <u>plus spécifiquement pour le contexte policier</u> intolérance marquée au bruit (seuil de douleur); sensations de «vibrations» du corps associées à la puissance de la détonation, la présence du protecteur ou les réflexions multiples des ondes dans une salle.	EXTRÊME

Population-cible, objectifs et activités visés par le PSSE

POPULATION-CIBLE	OBJECTIFS	ACTIVITÉS
directeurs des services policiers municipaux (CSS si existant)	1. Le directeur ou le CSS seront en mesure d'identifier que l'exposition aux tirs d'arme à feu dans le contexte des pratiques de tirs peut occasionner une surdité traumatique ou graduellement acquise (avec les conséquences que cela comporte pour la personne atteinte et son entourage).	Information sur ce thème.
	2. Le directeur ou le CSS seront en mesure d'identifier les mesures préventives à prioriser pour contrôler les risques à la santé associés à la pratique de tirs.	Information sur ce thème, suivi (soutien dans les démarches) et évaluation.
	3. Le directeur sera en mesure de bonifier sa «politique» concernant la protection auditive.	Information sur ce thème, suivi (soutien dans les démarches) et évaluation.

Population-cible, objectifs et activités visés par le PSSE

POPULATION-CIBLE	OBJECTIFS	ACTIVITÉS
Tous les policiers visés par la pratique ou la supervision de tirs	1. Les policiers seront en mesure d'identifier que l'exposition aux tirs d'armes à feu dans le contexte des séances de tirs peut occasionner une surdité traumatique ou graduellement acquise (avec les conséquences que cela comporte pour la personne et son entourage). 2. Les policiers seront en mesure de reconnaître l'importance d'un bon ajustement (réajustement) du protecteur auditif et agiront en ce sens (monitoring et méthode adéquate). 3. Les policiers seront en mesure de reconnaître l'importance d'une inspection visuelle, entretien et désinfection réguliers des protecteurs auditifs et agiront en ce sens.	Information sur ce thème. Information, formation sur ce thème, suivi (soutien à la formation) et évaluation. Information, formation sur ce thème, suivi (soutien à la formation) et évaluation.

CHAPITRE VI

PERSPECTIVES ET CONCLUSION

VI

Perspectives et conclusion

Dans ce document de référence, nous avons voulu faire le point sur la nocivité de l'exposition au bruit des policiers municipaux en situation de pratiques de tirs.

Ainsi, nous avons non seulement établi les déterminants ($\hat{L}_p$ et doses) de cette exposition mais avons aussi fourni l'information quantitative disponible. Ces mesures environnementales ont été «confrontées» à un/des critère(s) de nocivité pour une exposition «sécuritaire». Les principales sources contributives (l'onde directe associée aux tirs,...) ont été identifiées et ont par le fait même influencé la priorisation des mesures préventives à mettre en oeuvre.

Si la protection auditive demeure la solution la plus critique à favoriser, il n'en reste pas moins que dans l'état actuel des connaissances et des données disponibles (évaluation de laboratoire avec bruits continus; quelle est la performance de laboratoire vs «terrain»?; quel protocole de mesures utiliser pour évaluer de manière valide la performance terrain? Comment considérer les seuils de niveaux critiques, variables entre les sujets?), on peut difficilement prédire la nouvelle exposition en situation de port de l'équipement approprié. Bien sûr, les conduites quant à la sélection, l'ajustement, l'entretien et l'hygiène peuvent permettre d'en optimiser la performance et, de ce fait, réduire significativement le risque associé à l'exposition. Toutefois, on ne peut nécessairement d'emblée garantir que cette mesure suffit à elle seule à rendre l'exposition sécuritaire en tout temps et ce, pour tous les policiers.

La prochaine étude du GAUS (voir annexe 5) pourrait jeter un nouvel éclairage sur la performance théorique et terrain des protecteurs disponibles sur le marché à l'égard de ce type particulier de bruit. Des essais sur certains modèles pourraient même conduire à en améliorer la performance.

Selon l'issue de cette étude, nous pourrions mieux juger la pertinence d'établir si l'exposition «résiduelle» en situation de port des protecteurs auditifs demeure nocive et ce, au moyen d'un indicateur de type «fatigue auditive». Ainsi les décalages de seuils auditifs seraient mesurés avant et après une pratique de tirs reflétant les conditions normales d'entraînement auprès d'un certain nombre représentatif de policiers (45,80).

Nous soumettrons alors, le cas échéant, cette proposition de projet de recherche aux autorités compétentes à l'IRSST.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. TREMBLAY, M. ET G. TOUGAS. *Activités de patrouille service de police de la Communauté urbaine de Montréal : Risques à la santé*, Hôpital St-Luc, 1989-1991.
2. NIOSH. *Niosh health hazard evaluation report*. HETA 92-0034-2356. Saint-Bernard police department. Saint-Bernard. Ohio. 1993.
3. WEISSLER PG, KOBAL MT. «Noise of police firearms». *Journal of Acoustical Society of America*. vol. 56, n° 5, novembre 1974; 1515-1522.
4. SCORY, H. *Le bruit dans la salle de tir de l'édifice Parthenais à Montréal*, IRSST, SA90-18, Document non public cité dans la référence 59, 1990.
5. HAMERNICK RP, HSUEH KD. «Impulsive noise : some definitions, physical acoustics and other considerations». *Journal of Acoustical Society of America*. 1991; 90(1) : 189-196.
6. GAZETTE OFFICIELLE DU QUÉBEC. *Règlement sur la qualité du milieu de travail*, S-2.1, R.15 à jour au 14 octobre 1994.
7. SMORENBURG GF. *Damage risk criteria for impulse noise*. Report IZF 1980-26. Insitute for perception TNO. Soesterberg, the Netherlands. 1980.
8. HENDERSON D, HAMERNICK RP. «Impulse noise : Critical review». *Journal of Acoustical Society of America* 80. 1986; 569-584.
9. EMBLETON TFW. *Report by I-INCE working party on «upper limits in the workplaces»*. Inter-Noise '94. Yokohama, Japon. August 29-31. 1994; 59-66.
10. YLIKOSKI M.. «Prolonged exposure to gunfire noise among professional soldiers. *Scandinavian journal of Work environmental Health*. 1994; 87-92.
11. LAROCHE, C. ET R. HÉTU. *Exposition aux bruits impulsionnels en milieux de travail : la protection apportée par les dispositions réglementaires est-elle suffisante ?*. Colloque de physique, Colloque C2 supplément au n° 2, tome 51, février 1990, p. C2 - 147 à 150.
12. PRICE GR. «Implications of critical level in the ear for the assessment of the noise hazard at high intensities» *Journal of acoustical society of america*. 69. 1981; 171-177.
13. KRYTER KD. *The effects of noise on man*. Academic. New York. 1970.

14. KEIM RJ. *Impulse noise and neurosensory hearing loss : relationship to small arms fire.* California medicine. September 1970; 16-19.
15. TRÉMOLIÈRES, C, HÉTU, R. «A multi-parametric study of impact noise-induced TTS» *Journal of acoustical society of America.* 68(6). December 1980; 1652-1659.
16. ISO 1999.2. *Acoustics - determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced impairment.* Organisation internationale de Normalisation. Genève. 1990.
17. GRENNER J ET AL. *Action potential threshold elevation in the guinea - pig as a function of impact noise exposure energy.* Audiology, 27. 1988; 356-366.
18. PRICE GR. «Impulse noise hazard as a function of level and spectral distribution». In Salvi, R.J. Henderson, D. Hamernick, R.P. et Calletti V. (éd), *Basic and applied aspects of noise-induced hearing loss.* Plenum Press. New-York 1987; 379-382.
19. WARD WD. *Effects of impulse noise on hearing : summary and overview.* Proceedings of international symposium of effects of impulse noise on hearing. Malmö, Sweden, Scandinavian Audiology. Supplement 12. 1980; 339-348.
20. WARD WD. «Anatomy and physiology of the Ear : normal and damaged hearing» dans Berger EH, Ward WD, Novel JC et Royster LH *Noise hearing conservation manual.* Fourth edition. American Industrial hygiene Association. Akron. 1986.
21. YLIKOSKI J ET COLL. *The efficiency of earmuffs against impulse noise from firearms.* Scandinavian Audiology; 16. 1987; 85-88.
22. YLIKOSKI J. *Acute acoustic trauma in Finish conscripts : etiological factors and characteristics of hearing impairment.* Scandinavian Audiology, 18. 1989; 161-165.
23. MCROBERT H, WARD WD. «Damage-risk criteria : the trading relation between intensity and the number of non-reverberent impulses.» *Journal of Acoustical Society of America.* 53. 1973; 1297-1300.
24. PAWLAS K ET AL. «The effects of impulse noise on hearing» *Polish journal of occupational medicine.* vol. 3. n° 2. 1990; 153-162.
25. LAROCHE, C. *Effets temporaires sur l'audition de caractéristiques spectrales et temporelles de bruits impulsifs.* Thèse présentée à la Faculté des études Supérieures en vue de l'obtention du grade de Philosophical Doctor (Ph.D) en sciences biomédicales (audiologie), 1989.
26. HÉTU, R. *Auditory fatigue*, document inédit, Université de Montréal, 1994, 13 p.
27. LUZ GA, HODGE DC. «Recovery from impulse-noise induced TTS in monkeys and men : A descriptive model.» *The Journal of Acoustical Society of America.* 1971; 1770-1777.

28. GAUTHIER, J. ET COLL. «Évaluation de l'audition dans le cadre d'un programme de prévention de la surdité professionnelle», chap. 5, *Les effets auditifs et extra-auditifs du bruit*, en révision, 1993, p. 95-113.
29. GAUTHIER, J. ET M. HAMEL. *Policier patrouilleur et enquêteur de poste - Sûreté du Québec : risque à la santé-bruit*, Département de médecine préventive, Hôpital St-Luc, Équipe régionale de santé au travail de Montréal, Centre de santé publique de Québec, 1994, p. 72-81.
30. WARD WD ET COLL. «Exploratory studies on temporary threshold shift from impulses» *Journal of Acoustical Society of America*. 33. 1961; 781-793.
31. PEKKARINEN J. «Noise, impulse noise, and other physical factors : combined effects on hearing» *Occupational medicine : State of the art reviews*. vol. 10. n° 3. July-septembre 1995; 545-559.
32. PEKKARINEN JO ET COLL. «Hearing protection against high-level shooting impulses in relation to hearing damage risk criteria», *Journal of Acoustical Society of America*. 91.(1). 1992; 196-202.
33. SHAW E.A.G. *L'exposition au bruit en milieu de travail et la perte d'audition due au bruit : questions scientifiques, arguments techniques et recommandations pratiques*, Conseil National de recherches Canada, CNRC, n° 25051, 1985.
34. DIEROFF HG. *The mechanism of impulse noise induced hearing loss in industry and its resulting measuring problems*. Scandinavian Audiology Supplement 12. 1980; 249-256.
35. FAUSTI, SA. «The effects of noise upon human hearing sensitivity from 8,000 to 20,000 Hz.» *Journal of Acoustical Society of America*. 69(5). 1981; 1343-1349.
36. WARD D ET COLL. «Characteristics of hearing losses produced by gunfire and by steady noise.» *Journal of auditory research*. 1. 1961; 325-356.
37. HANNER P, AXELSSON A. *Acute Acoustic Trauma : An emergency condition*. Scandinavian Audiology 17, 1988; 57-63.
38. AXELSSON A, HAMERNICK RP. *Acute acoustic trauma*. *Acta Otolaryngologica*. 104. 1987; 225-233.
39. CARRIER, G. ET MARCEAU, M. «Les surdités professionnelles.», *Le médecin du Québec*, septembre 1987, p. 99-103.

40. YLIKOSKI J ET COLL. *Subclinical pathology in patients with noise-induced hearing loss from intense impulse noise.* Acta Otolaryngologica. 105. 1988; 558-563.
41. ROITMAN R ET COLL. *Acoustic trauma-induced ménière's syndrome.* ORL. 51. 1989; 246-250.
42. ALBERTI PW. *Noise and the ear.* In Stephens P. Adult audiology. Scott-Brown's Otolaryngology. vol.2. Fifth edition. 1987; 594-641.
43. SHUPAK, A ET COLL. *Vestibular findings associated with chronic noise induced hearing impairment.* Acte otolaryngologica. 114. 1994; 579-585.
44. ROBERTS M ET COLL. «Impact noise and the equal energy hypothesis.» *Journal of Acoustical Society of America.* 1985.
45. COMITÉ «BRUTTS D'ARMES» *Effets des bruits d'armes sur l'audition (campagne audiométrique de Bourges du 18 au 22/9/1989).* Institut franco-allemand de St-Louis. France, Rapport S-R 905/90, 1990.
46. LIANG L. *Parametric relation between impulse noise and auditory damage.* In Dancer, Henderson, Salvi, Hamernick, *Noise Induced hearing loss.* chap. 29. Mosby Year book. 1992; 325-337.
47. KERR AG ET BYRNE JET. «Concussive effects of bomb blasts on the ear.» *Journal of Otolaryngology and Otology.* 89. 1975; 131-143.
48. Communications personnelles avec des policiers et moniteurs de la Montérégie.
- 49 à 57 Dossiers dépersonnalisés de policiers acceptés pour surdité indennisable à la CSST entre 1991 et 1993.
58. Communications personnelles avec Raymond Hétu, Ph.D. directeur du *Groupe d'Acoustique de l'Université de Montréal (GAUM).*
59. NICOLAS, J. ET P. LABRECQUE. * tude en vue de l'évaluation de l'efficacité potentielle d'un traitement acoustique des salles de tir et de l'efficacité de protecteurs hybrides en vue de diminuer l'exposition sonore à laquelle sont soumis les policiers lors des séances d'entrainement.* GAUS, Rapport IRSST, CS-94-04, 1994.
60. LALONDE M ET P. FORTIER. «Bruit d'armes à feu :  valuation de l'exposition dans une salle de tir.» *Travail et Santé.* Mars. Vol. 11, n  1, 1995; p. 44-50.
61. Communications personnelles avec Jean Nicolas, Ph.D. directeur du *Groupe d'Acoustique de l'Université de Sherbrooke (GAUS).*

62. BRUËL ET KJAER. Leq, SEL : When? Why? How? Application notes 1-0430051-2A, BO 0051, 8p.
63. HÉTU, R., B. LEPAGE ET H. T. QUOC. *Individual variability in equal-loudness contours of high-level narrow-band impulse noise.*, Acoustica, vol. 81, 1995, p. 32-57.
- 64.65. Communications personnelles avec deux ORL de la région métropolitaine et montréalaise.
66. HÉTU, R. ET COLL. *Non acoustic environmental factors influences on occupational hearing impairment : a preliminary discussion paper.*, Acoustique Canadienne, 15 (1), 1987, p. 17-31.
67. SCHARTZ J ET COLL. *Lead and minor hearing impairment.* Archives of environmental health. septembre-octobre. vol. 46. n° 5. 1991; 300-305.
68. PÄÄKKÖNEN R ET COLL. *Attenuation of rifle and pistol noise with the use of suppressors and subsonic bullets.* Acta Acoustica. (2). 1994; 29-36.
69. PÄÄKKÖNEN R ET COLL. *Effects of rifle-calibre muzzle brakes and suppressors in noise exposure recoil and accuracy.* Acta Acoustica (2). 1994; 143-148.
70. Communications avec Michel Allard, sergent détective et représentant à la prévention au SPCUM.
71. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Protecteurs auditifs*, Norme ACNOR Z94.2, 1974.
72. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Protecteurs auditifs*, Norme ACNOR Z94.2, 1984.
73. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Protecteurs auditifs*, Norme ACNOR Z94.2, 1994.
74. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Noise Labelling requirements for hearing protectors.* 40CFR, partie 211. Federal Register. vol. 42. n° 190. 1979; 56139-56147.
75. BERGER EH ET COLL. *Field attenuation of hearing protectors - An international comparison with an update on the noise reduction rating (NRR).* Presented at the american industrial hygiene conference and exposition. Anaheim, California. may 1994; 21-27.
76. BEHAR, A. *Attenuations from hearing protectors and the ABC classification system.* Acoustique canadienne. 19(5). 1991; 17-22.

77. BERGER EH. *Hearing protection devices. In Noise and Hearing conservation manual.* chap. 10. American Industrial Hygiene association. 1986; 320-381.
78. BERGER EH. *The naked truth about NRR'S.* Earlog 20. Cabot Corporation.
79. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Acoustique-protecteurs individuels contre le bruit - Partie 2 : Estimation des niveaux de pression acoustique pondérés A en cas d'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit.* Genève, Suisse, 1994, 12 p.
80. DANCER A ET COLL. «Effectiveness of earplugs in high intensity impulse noise.» *Journal of Acoustical society of America.* 91. (3) 1992; 1677-1689.
81. LIU CC ET AL. *Application of the probe microphone method to measure attenuation of hearing protectors against high impulse sound levels.* Applied acoustics. 1989; 13-25.
82. SHENODA FB ET COLL. *Sound attenuations of earmuffs under conditions of impulsive noise-laboratory measurements.*
83. PEKKARINEN J. *Industrial impulse noise, crest factor and the effect of earmuffs.* American industrial hygiene association. 48(10). 1987; p. 861-866.
84. YLIKOSKI J. ET COLL. *The efficiency of earmuffs against impulse noise from firearms.* Scandinavian Audiology. 16. 1987; 85-88.
85. STARCK J ET COLL. *Attenuation of earmuffs against low frequency noise.* 1988; 167-174.
86. PEKKARINEN JO ET COLL. «Hearing protection against high-level shooting impulses in relation to hearing damage risk criteria. *Journal of Acoustical society of America.* 91(1). 196-202.
87. HÉTU R. ET COLL. *The effect of the sound level and the angle of incidence of continuous and impulse noise on the insertion loss of earmuffs and earplug measured with an acoustic head simulator.* Document inédit. GAUM.
88. PARMENTIER, G ET COLL. *Tête artificielle pour l'évaluation de l'efficacité des protecteurs auditifs vis-à-vis de bruits de niveau élevé. Partie 2 : application à différents types de bouchons d'oreilles et de serre-tête.,* Institut franco-allemand de recherches de St-Louis, rapport R113/94, 1994; 105 p.
89. FORREST MR. *Protecting hearing in a military environment.* Scandinavian Audiology. Supplement 16. 1982; 7-12.
90. HAGERMAN B ET COLL. *Earmuff performance determined by threshold method and by probe microphone method.* Acta Acoustica 3. 1995; 569-574.

91. CASALI JG. *Multiple factors affect speech communication in the workplace*. Occupational health and safety. n° 7. 1989; 32-42.
92. HÉTU R, GETTY L. *Overcoming difficulties experienced in the workplace by employees with occupational hearing loss*. The volta review. 95. 1993; 391-402.
93. SUTER AH. *Communication and job performance in noise : a review*. American Speech language hearing association (ASHA) monographs. n° 28. 1992; 84 p.
94. SHAW EA. Hearing protector design concepts and performance limitations. In : *Personal hearing protection in industry*. chap. 4. Raven Press. New York. 1982; 51-68.
95. DANCER A ET COLL. *Intérêt de la double protection acoustique*. Institut franco-allemand de recherche de St-Louis. Rapport RP 503/88, 33p.
96. BERGER EH ET COLL. *Flat-response, moderate attenuation and level dependent HPDs : how they work and what they can do for you*. Rapport EAR 91-11/HP. Avril 1991b; 29 p.
97. CASALI JG. *A classification of special hearing protectors designed to improve auditory perception*. Proceedings of the Brazil/Argentine Congress in acoustics and Vibration. Brazil. 1994; 24-46.
98. AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE. *Method for the measurement of real-ear attenuation of hearing protectors*. S 12-6. New York, N.Y. 1984.
99. ROYSTER LH ET JD. Hearing protection devices. in Feldman A.S. et C.T. Grimes. *Hearing conservation in industry*. chap. 6. 1985; 103-150.
100. RIKO K ET COLL. How ear protectors fail : a practical guide. In : *Personal hearing protection in industry*. chap. 21. Raven Press. New York. 1982; 323-338.
101. NATIONAL ACOUSTIC LABORATORIES. *Attenuation of hearing protectors*. Seventh edition. Australian government. 1994; 19 p.
102. WORSAFE AUSTRALIA. *Noise management at work : Control guide*. Fact sheets #4 et #12. 1991.
103. ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. *Norme européenne, norme française : Protecteurs contre le bruit. Recommandations relatives à la solution, à l'utilisation, aux précautions d'emploi et à l'entretien*, document guide, norme NF EN 458, 1994; 25 p.
104. Communication personnelle avec Elliott H. Berger, Cabot Safety (Ear).

Annexe 1

***Questionnaire sur la pratique de tirs
dans les différents services de police
de la Montérégie***

**QUESTIONNAIRE sur la pratique de tir dans les différents
services policiers municipaux de la Montérégie**

Nous vous remercions de bien vouloir répondre à ce questionnaire.

Vos réponses nous permettront de mieux cerner l'importance de l'exposition au bruit associée aux pratiques de tir des policiers de votre municipalité et ainsi de mieux guider les interventions de l'équipe de santé au travail de votre CLSC.

Si une question vous paraît difficile à répondre, n'hésitez pas à communiquer avec la personne suivante :

***Pauline Fortier
Audiologiste***

Santé au travail

Jour : (514) 679-6772

Soir : (514) 464-9124

Date limite de retour :

Le 8 septembre 1995

À l'attention de :

Direction de la santé publique - Montérégie

Madame Pauline Fortier, audiologiste

Équipe régionale santé au travail

Complexe Cousineau Inc.

5245, boul. Cousineau

Saint-Hubert (Québec)

J3Y 6J8

**QUESTIONNAIRE sur la pratique de tir dans les différents
services policiers municipaux de la Montérégie**

A - ASPECTS ORGANISATIONNELS DE LA PRATIQUE DU TIR

1. Identification du service de police : _____

2. Identification du répondant :

nom : _____

fonction : _____

téléphone : _____

3. Description des fonctions des policiers soumis à des pratiques de tir :

Patrouilleurs :	nombre :	_____	ancienneté :	_____
(excluant les moniteurs et instructeurs)			moyenne (dans le service)	

Enquêteurs :	nombre :	_____	ancienneté :	_____
(excluant les moniteurs et instructeurs)			moyenne (dans le service)	

Moniteurs de tir :	nombre :	_____	ancienneté moyenne	
			a) dans le service	_____
			b) comme moniteur	_____

Instructeurs de tir : nombre : _____

Autres (ex., administration, agent de liaison, policier communautaire)

Précisez : _____	nombre : _____
_____	nombre : _____
_____	nombre : _____

B - DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION AU BRUIT

Les questions 1,2 et 3 visent à estimer l'importance de l'exposition au bruit des policiers sur une période d'une année. S.V.P. répondez le plus précisément possible.

1. Fréquence réelle des pratiques de tir sur une base annuelle (ex. : 1 fois aux 5 semaines et 8 fois par an). Ne pas inclure les séances où il y aurait uniquement du tir «à sec» (sans balles).

<i>Fonction</i>	<i>Fréquence des pratiques</i>	<i>Nombre réel de pratiques par année</i>
Patrouilleurs :	_____	_____
Enquêteurs :	_____	_____
Moniteurs (patrouilleurs)* :	_____	_____
Moniteurs (enquêteurs)* :	_____	_____
Autres (précisez la fonction) :		
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Commentaires : _____

* En ce qui concerne les moniteurs, on réfère ici uniquement à la pratique de tir pour eux-mêmes et non à la supervision des pratiques d'autres policiers.

2. Description des séances de tir

2.1 Le parcours de tir est-il uniforme d'une séance à l'autre pour chacune des fonctions exercées par les policiers (ex. : patrouilleurs, enquêteurs)?

oui ☐

Ce parcours de tir sera-t-il modifié
dans la prochaine année?

oui	☐
non	☐
ne sais pas	☐

Passez à 2.2.

non ☐

Passez à 2.3

2.2 Parcours uniforme :

S.V.P. Joignez une copie du parcours et y ajouter, s'il y a lieu, l'information suivante pour chaque fonction concernée par le parcours (en particulier, les patrouilleurs et les enquêteurs) :

Voir en annexe un exemple-type de l'information demandée

- La combinaison armes/balles, habituellement utilisées et les étapes (séquences) concernées.

Pour l'identification des armes : précisez le type (revolver, pistolet, fusil), la marque, le modèle et le calibre.

Pour l'identification des balles : précisez le fabricant, le calibre, le nombre de grains, si de service ou de pratique, le type de chemisage : chemisée, semi-chemisée, non chemisée).

- L'information relative aux armes/balles utilisées occasionnellement.

Passez à 2.4.

2.3 Parcours variables :

Si possible, pour la dernière année, fournir l'information suivante pour les enquêteurs et les patrouilleurs.

Nous avons répété deux fois la même série de questions (a à c) pour tenir compte du fait que les armes/balles ou nombre de balles peuvent varier entre les enquêteurs et patrouilleurs.

a) fonction(s) concernée(s) : _____

b) Armes et balles habituellement utilisées (armes : type (revolver, pistolet, fusil...) marque, modèle, calibre. balles : fabricant, calibre, nombre de grains, service ou pratique, type de chemisage, chemisées, non-chemisées, semi-chemisées) ex. : Revolver Smith et Wesson magnum 357. Balles de pratique Centaure 38SP, 125 grains, semi-chemisées	Nombre de tirs (moyenne annuelle par policier)

autres précisions (armes/balles utilisées occasionnellement) : _____

c) Nombre minimum et maximum de balles tirées dans une séance :

nombre minimum : _____

nombre maximum : _____

a) fonction(s) concernée(s) : _____

b) Armes et balles habituellement utilisées (armes : type (revolver, pistolet, fusil...) marque, modèle, calibre. balles : fabricant, calibre, nombre de grains, service ou pratique, type de chemisage, chemisées, non-chemisées, semi-chemisées). ex. : Revolver Smith et Wesson magnum 357. Balles de pratique Centaure 38SP, 125 grains, semi-chemisées.	Nombre de tirs (moyenne annuelle par policier)

autres précisions (armes/balles utilisées occasionnellement) : _____

c) Nombre minimum et maximum de balles tirées dans une séance :

nombre minimum : _____

nombre maximum : _____

2.4 Fonction, nombre de moniteurs qui supervisent les parcours et fréquence des séances.

fonction :	_____	fonction :	_____
nombre :	_____	nombre :	_____
fréquence :	_____	fréquence :	_____
(ex. : 3 séances	_____		_____
aux 5 semaines :	_____		_____
30 par an)			

2.5 En général, où se placent les moniteurs dans la salle de tir :

- a) dans une salle d'observation adjacente ☐
- b) plus près des tireurs que des murs voisins (arrière, latéraux) ☐
- c) plus près des murs voisins (arrière, latéraux) que des tireurs ☐
- d) autres (précisez à «commentaires») ☐
- e) ne s'applique pas ☐

Commentaires : _____

2.6 Habituellement, combien de policiers effectuent la séance de tir en même temps :

Nombre : _____

Variation : minimum _____
 maximum _____

3. Pour les 5 prochaines années, y a-t-il des changements organisationnels qui pourraient modifier la pratique de tir?

Augmentation du nombre de pratiques ☐
ou de balles tirées

Précisez : _____

Diminution du nombre de pratiques ☐
ou de balles tirées

Précisez : _____

Changement d'armes à feu ou de balles ☐

Précisez : _____

C - ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION

1. Le port de protecteurs auditifs est-il obligatoire?

Oui ☐

Non ☐

Commentaires : _____

2. Le moniteur doit-il s'assurer que les protecteurs auditifs sont portés par les policiers lors du tir?

Oui ☐

Non ☐

Commentaires : _____

3. Qui est responsable du choix des protecteurs auditifs portés par les policiers?

Comité de santé sécurité ☐

Instructeur ☐

Moniteur ☐

Syndicat ☐

Directeur de police ☐

Autres ☐

Précisez : _____

Ne s'applique pas ☐

4. Qui paie les protecteurs auditifs?

L'employeur seulement ☐Les policiers seulement ☐L'un ou l'autre ☐

Précisez : _____

Ne s'applique pas ☐

5. Y a-t-il dans votre budget une enveloppe spécifique réservée à l'achat des équipements de protection auditive?

Oui ☐Non ☐Ne s'applique pas ☐

Commentaires : _____

6. Qui s'occupe de l'entretien des protecteurs auditifs
(changement des coussins, de l'arceau, etc,...)Chaque policier ☐Instructeur ☐Moniteur ☐Autres ☐

Précisez : _____

Ne s'applique pas ☐

7. Chaque policier possède-t-il son propre protecteur auditif?

Oui ☐

Non ☐

Certains seulement ☐ Précisez : _____

8. Liste des fabricants et des modèles de protecteurs auditifs utilisés par les policiers :

<i>Fabricants/modèles (ex. Bilsom/Viking 2318)</i>	<i>Types</i>		<i>Nombre utilisé</i>
	<i>bouchon</i>	<i>coquille</i>	
1.			
2.			
3.			
4.			

9. Y a-t-il des policiers qui portent à la fois des bouchons et des coquilles?

Tous ☐

Plus de la moitié ☐

La moitié ou moins ☐

Aucun ☐

Ne sais pas ☐

10. Si vous utilisez une salle ou un champ de tir qui n'est pas la propriété de votre municipalité ou service policier, y apportez-vous habituellement vos protecteurs auditifs?

Oui ☐

Non ☐ Précisez : _____

Ne s'applique pas ☐

11. Le policier peut-il porter ses verres correcteurs en guise de lunette de sécurité lors des séances de tir?

Oui ☐

Non ☐

Commentaires : _____

12. Y a-t-il des pratiques ou tirs sans protection auditive afin de simuler les conditions «terrain» du policier?

Oui ☐

Précisez la fréquence : _____

Non ☐

D - AUTRES INFORMATIONS RELATIVES À LA SANTÉ SÉCURITÉ

1. Les policiers doivent-ils se soumettre à des examens auditifs obligatoires en cours d'emploi?

Oui ☐

Non ☐

Commentaires : _____

2. À votre connaissance y a-t-il eu dans votre service des malaises ou problèmes de santé rapportés suite à une ou des séances de tir?

(Par exemple : surdité soudaine avec ou sans amélioration subséquente; étourdissements, silements, bourdonnements; surdité permanente progressive)

Oui ☐

Précisez : _____

Non ☐

Ne sais pas ☐

Merci de votre collaboration!

Retourner à :

*Madame Pauline Fortier, M.O.A.
Audiologiste*

*Direction de la santé publique - Montérégie
Équipe régionale santé au travail
Complexe Cousineau inc.
5245, boul. Cousineau
Saint-Hubert (Québec)
J3Y 6J8*

Annexe

Exemple d'information demandée à la question 2.2

PARCOURS D'UNE SÉANCE DE TIR

Fonction concernée : patrouilleurs

Étape 1 : 6 balles 1) 4 balles en 6 secondes
2) 2 balles en 2 secondes

Étape 2 : 6 balles en 15 secondes

Étape 3 : 12 balles en 35 secondes, chargement inclus

Étape 4 : 12 balles en 60 secondes, chargement inclus

Étape 5 : 6 balles main forte
6 balles main faible le tout en 60 secondes

Étape 6 : 2 balles, libre

*Revolver Smith et
Wesson Magnum 357,
balles de pratique
Centaure 357 Magnum
125 grains, chemisées.*

Étape 7 : 12 balles à volonté

*Revolver Smith et
Wesson Magnum 357,
balles de service CCI
357 Magnum, 125
grains, semi-
chemisées.*

Autres armes/balles utilisées à l'occasion :

Fusil calibre 12, balles de service : 50 balles, 1 séance par année à l'extérieur.

PARCOURS D'UNE SÉANCE DE TIR

Fonction concernée : enquêteurs

Étape 1 : 6 balles 1) 4 balles en 6 secondes
2) 2 balles en 2 secondes

Étape 2 : 6 balles en 15 secondes

Étape 3 : 12 balles en 35 secondes, chargement inclus

Étape 4 : 12 balles en 60 secondes, chargement inclus

Étape 5 : 6 balles main forte
6 balles main faible le tout en 60 secondes

Étape 6 : 2 balles, libre

*Revolver Smith et Wesson
Magnum calibre 38, balles
de pratique Centaure
38SP 125 grains,
semi-chemisées*

Étape 7 : 12 balles à volonté

*Revolver Smith et Wesson
calibre 38, balles de
service CCI 38, 145
grains,
non chemisées.*

Annexe 2

Exemple de parcours de tir

PARCOURS DE TIR

PREMIÈRE SÉQUENCE

POSITION #3 (20M)
POSITION #2 (15M/CANON 2")

6 BALLES, TIR MIRÉ, À VOTRE TEMPS, DÉPART DE L'ÉTUI À CHAQUE BALLE. UNE SEULÉ MAIN POUR DÉGAINER. LE BUT EST DE PRATIQUER LES FONDAMENTALES.

DEUXIÈME SÉQUENCE

POSITION #2 (15M)

12 BALLES EN 50 SECONDES. 6 BALLES BARRICADE MAIN DROITE ET 6 BALLES BARRICADE MAIN GAUCHE. TIR MIRÉ.

TROISIÈME SÉQUENCE

POSITION #2 (15M)

6 BALLES EN 15 SECONDES, TIR MIRÉ.

QUATRIÈME SÉQUENCE

POSITION #1 (07M)

6 BALLES, TIR VISÉ, DÉPART DE L'ÉTUI, 2 BALLES EN 3 SECONDES RETOUR À *RETRAIT. 2 BALLES EN 2 SECONDES À PARTIR DE LA POSITION DE *RETRAIT . 2 BALLES EN 2 SECONDES À PARTIR DE LA POSITION DE *RETRAIT .
*RETRAIT = "FADE A WAY" OU POSITION D'ATTENTE

CINQUIÈME SÉQUENCE

POSITION #1 (07M)

MÊME PARCOURS QUE LA QUATRIÈME SÉQUENCE.

SIXIÈME SÉQUENCE

POSITION #1 (07M)

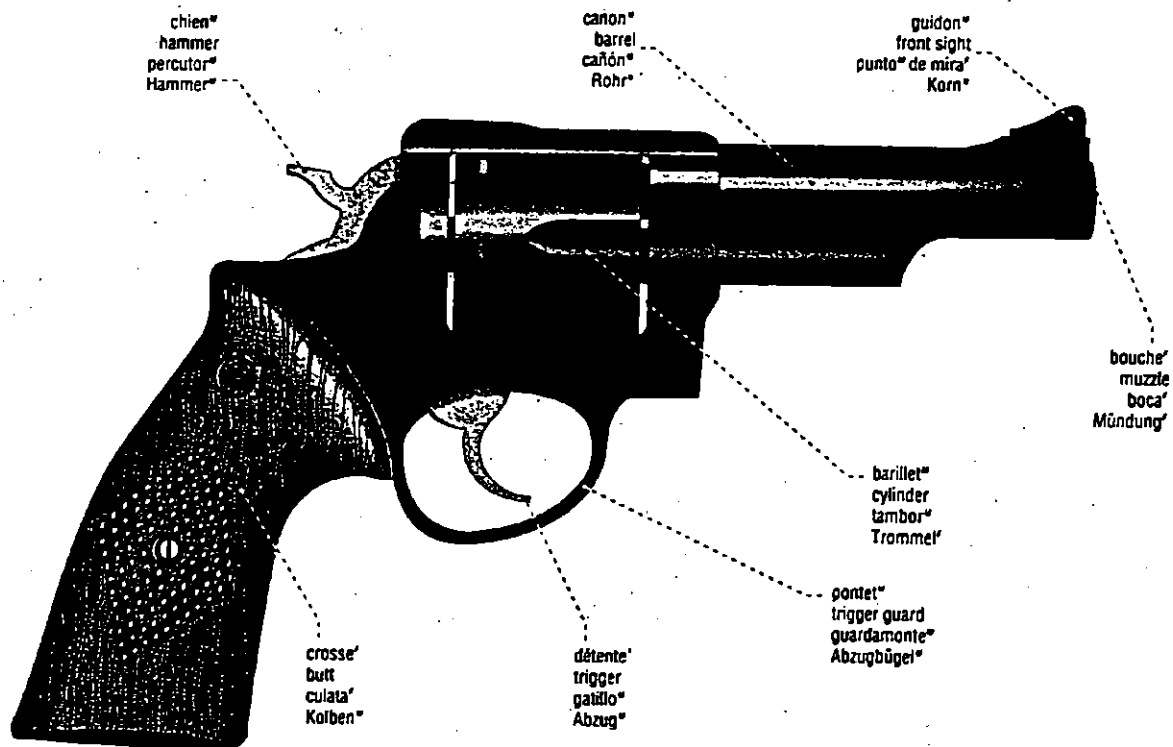
14 BALLES EN 35 SECONDES, TIR VISÉ. NÉCESSITE 2 CHARGEMENTS AFIN DE PRATIQUER CES DERNIERS.

Annexe 3

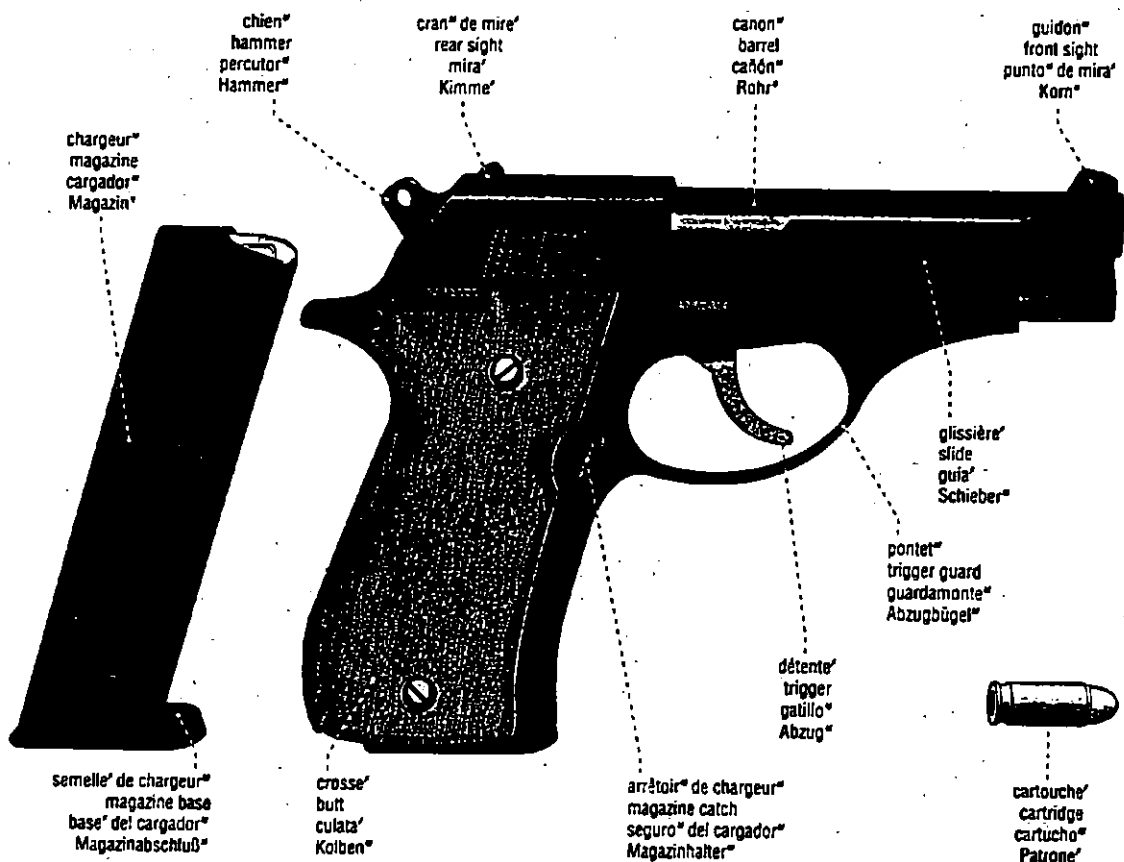
***Illustrations d'armes à feu utilisées par
les policiers municipaux lors des pratiques de tir***

**Tiré de : Le Visuel Multilingue
Dictionnaire thématique ((1994)
Québec-Amérique p. 796-799**

REVOLVER*
REVOLVER*
REVÓLVER*
REVOLVER*

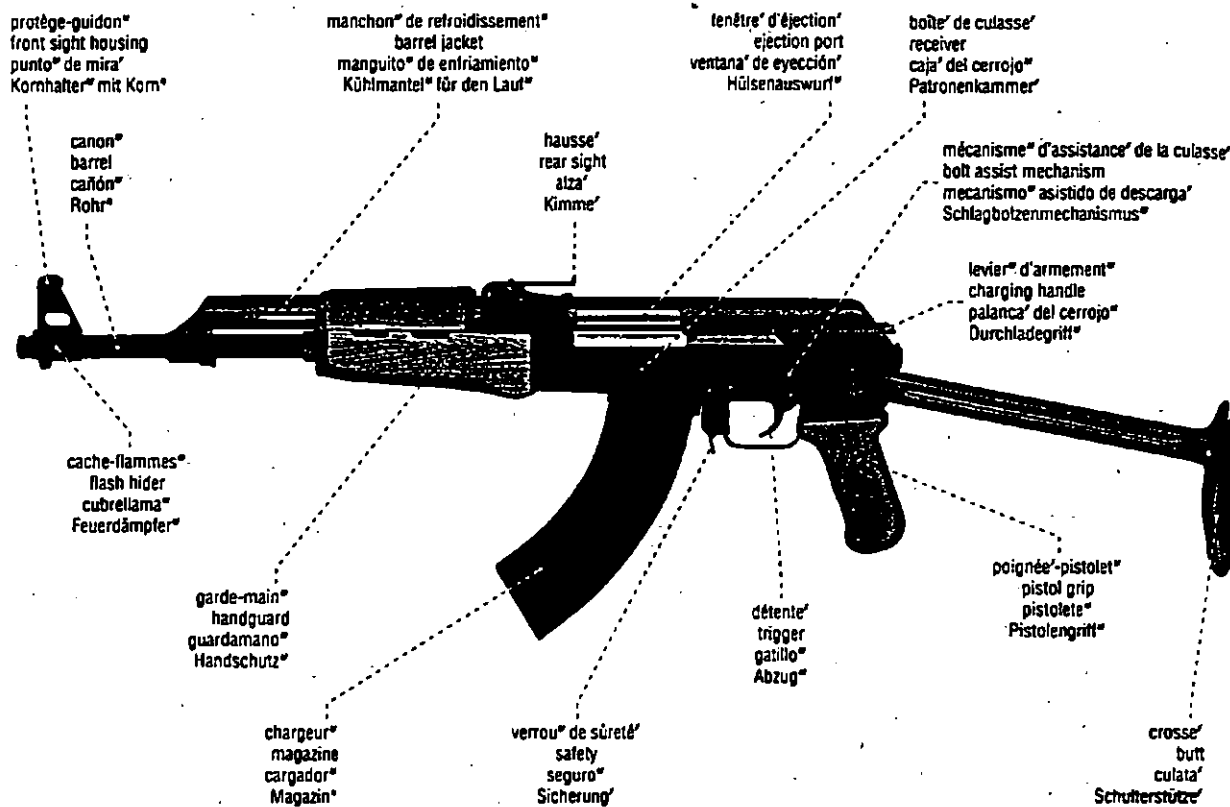


PISTOLET*
PISTOL*
PISTOLA*
PISTOLE*

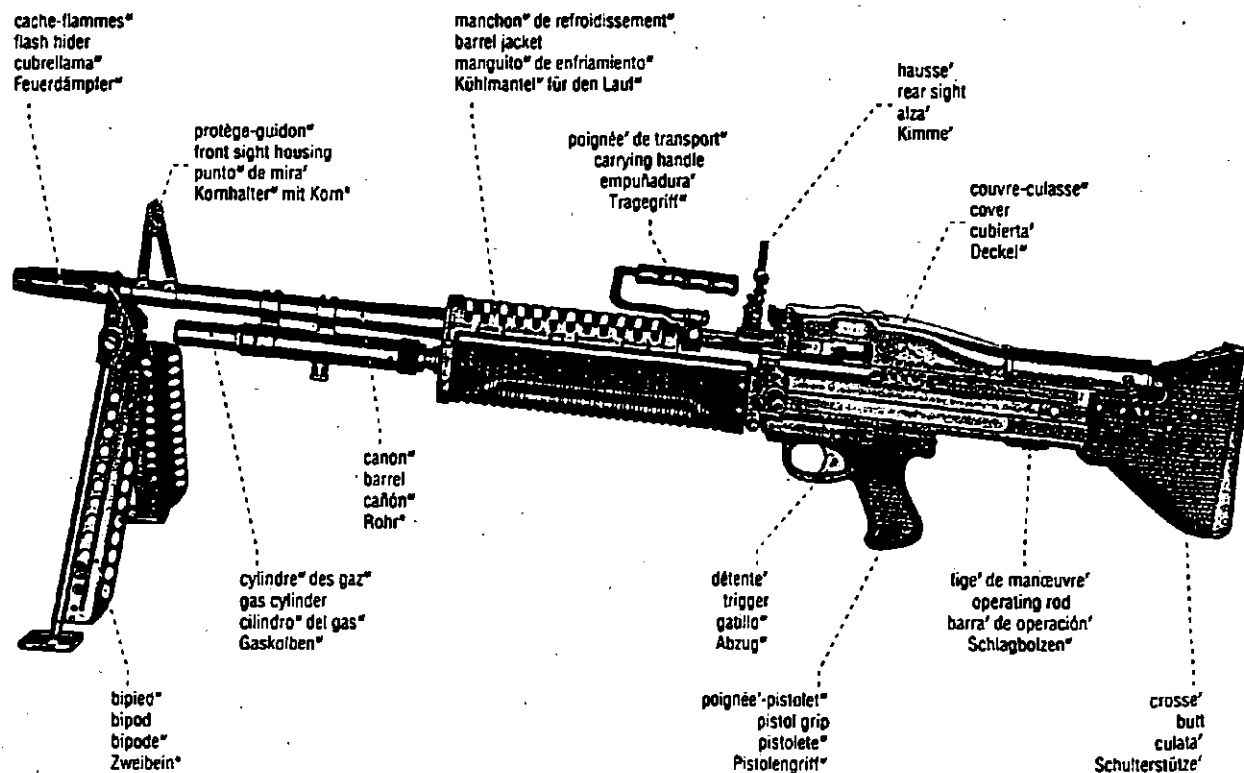


ARMES
WEAPONS
ARMAS
WAFFEN

FUSIL^o AUTOMATIQUE
AUTOMATIC RIFLE
FUSIL^o AUTOMÁTICO
AUTOMATISCHES GEWEHR^o



FUSIL^o MITRAILLEUR^o
LIGHT MACHINE GUN
FUSIL^o AMETRALLADOR^o
LEICHTES MASCHINENGWEHR^o

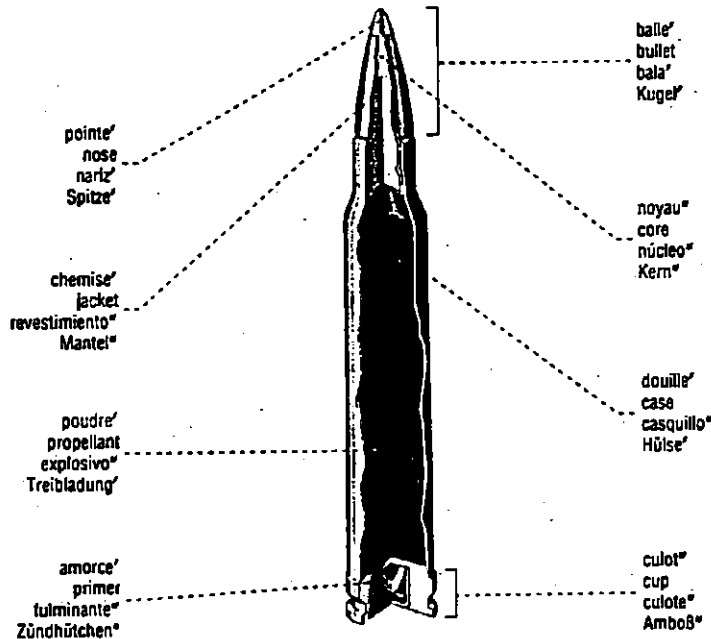


ARMAS
WAFFEN

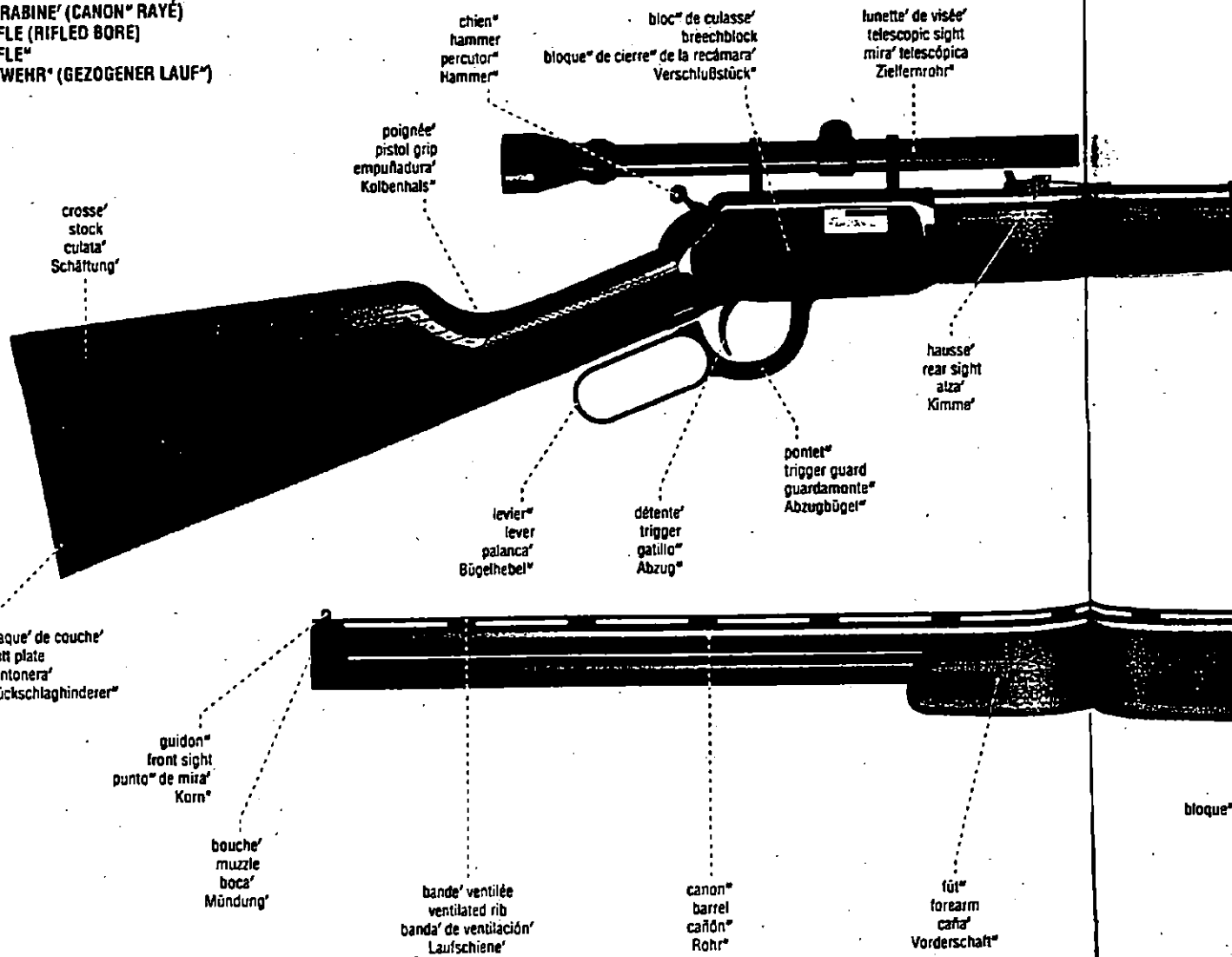
ARMES
WEAPONS

ARMES' DE CHASSE'
HUNTING WEAPONS
ARMAS' DE CAZA'
JAGDWAFFEN'

CARTOUCHE' (CARABINE')
CARTRIDGE (RIFLE)
CARTUCHO' DE RIFLE'
PATRONE' (GEWEHR')



CARABINE' (CANON' RAYÉ)
RIFLE (RIFLED BORE)
RIFLE'
GEWEHR' (GEZOGENER LAUF')



ARMAS
WAFFEN

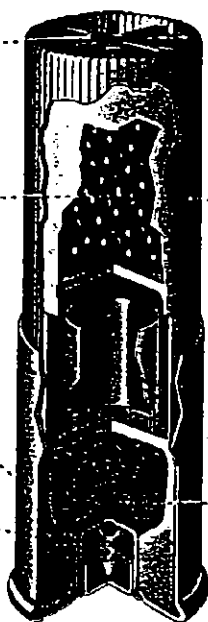
ARMES
WEAPONS

serissage"
crimping
doblez" hacia el interior"
Faltverschluß"

plombs"
pellets
carga" de perdigones"
Schrot"

culot"
base
culote"
Boden"

amorce"
primer
fulminante"
Zündhütchen"



CARTOUCHE' (FUSIL")
CARTRIDGE (SHOTGUN)
CARTUCHO" DE ESCOPETA"
PATRONE' (SCHROTFLINTE")

doville' de plastique"
plastic case
revestimiento"
Plastikhülse"

bourre'
wad
taco"
Ptropl"

poudre'
charge
explosivo"
Ladung"

guidon"
front sight
punto" de mira"
Korn"

bouche'
muzzle
boca"
Mündung"

canon"
barrel
cañón"
Rohr"

poignée'
pistol grip
empuñadura"
Pistolengriff"

chien"
hammer
percuteur"
Hammer"

FUSIL" (CANON" LISSE)
SHOTGUN (SMOOTH-BORE)
ESCOPETA"
SCHROTFLINTE' (GLATTER LAUF")

crosse'
stock
culata"
Schäftung"

plaque' de couche'
butt plate
cantonera"
Rückschlaghinderer"

bloc" de culasse"
breechblock
bloque" de cierre" de recámara"
Verschlußstück"

détente"
trigger
gatillo"
Abzug"

pointet"
trigger guard
guardamonte"
Abzugbügel"

ARMES
WEAPONS

ARMAS
WAFFEN

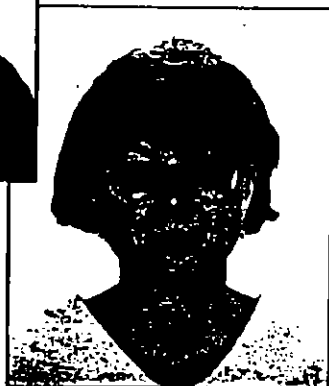
Annexe 4

Reproduction de l'article de

Lalonde, M. et Fortier, P. (1995) «Bruit d'armes à feu : évaluation de l'exposition des policiers dans une salle de tir.», Travail et Santé, vol. 11, no. 1, mars 1995, p. 44-50.



Michèle Lalonde



Pauline Fortier

BRUIT

Bruit d'armes à feu:

Évaluation de l'exposition des policiers dans une salle de tir

par Michèle Lalonde¹ et Pauline Fortier²

Des niveaux de bruit extrêmement élevés ont été mesurés dans une salle de tir pour policiers. En effet, des niveaux de crête variant, selon le type d'arme et de munition utilisés, de 103 à plus de 165 dB (lirade) ont été observés à l'oreille des tireurs. De même, à l'oreille des instructeurs, les niveaux de crête ont dépassé les 140 dB linéaires prescrits par la réglementation québécoise.

De nombreux facteurs influencent le niveau d'exposition des tireurs et des instructeurs. Principalement, on note la fréquence des pratiques, le temps d'exposition, le nombre de tireurs et la cadence de tir, le type d'arme et de munition utilisées et possiblement les caractéristiques de la salle et des pas de tir telles les dimensions et les matériaux composant les structures. Un plan de la salle de tir est reproduit à la figure 1.

Dans la salle de tir où cette étude a été effectuée, sept tireurs et un instructeur sont présents lors d'une séance de tir typique. Étant donné qu'il n'y a que trois pas de tir, deux groupes de trois tireurs puis un

tireur seul occuperont successivement les pas de tir. La salle est située dans un sous-sol. Ses dimensions sont de 3,2 m (largeur) par 16 m (longueur) par 2,25 m (hauteur). Les murs sont en blocs de béton.

L'instructeur est présent derrière la ligne de tir tout au long de la pratique des sept policiers.

Les policiers fréquentent la salle de tir à une fréquence approximative d'une fois par mois. Le temps d'exposition mensuel moyen pour un tireur est de 15 à 30 minutes. L'instructeur, quant à lui, est exposé

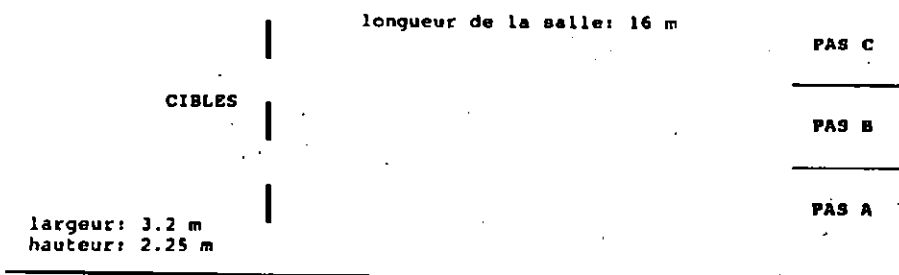


Figure 1. Plan de la salle de tir.

1. Hygiéniste industrielle, CLSC Lac-Saint-Louis. Cette étude a été réalisée alors que l'auteure était à l'emploi CLSC Seigneurie de Beauharnois.

2. Audiologiste, Équipe régionale de santé au travail. Direction de la santé publique de la Montérégie.

Tableau 1. Armes et munitions utilisées lors des séances de tir.

	ARME	MUNITION	Nb Balles
POLICIER	Smith & Wesson Magnum 357	balles chemisées: contour, 357 Magnum (balles de pratique), 125 grains	50
		balles semi-chemisées: ccl, 357, Magnum (balles de service), Lawman	12
	Fusil calibre 12" (utilisation sporadique lors des pratiques de tir)	balles 2 1/2", Winchester chevrotine (12 pb) (balles de service)	--
		balles Challenger Trep & Skoot, 2 1/2" (balles de pratique) 1 1/8 oz, 32 grains (8 pb)	--
ENQUÊTEUR	Sig Sauer 9mm, modèle P-228	balles 9mm complètement chemisées (forme "mushroom") (balles utilisées pour le service)	50

* Normalement, cette arme n'est pas utilisée par les policiers et enquêteurs lors des pratiques de tir. Cependant, lors de l'échantillonnage, des mesures des niveaux sonores générés par ce type d'arme ont été effectuées afin d'en déterminer l'ampleur.

lurant environ une heure et demie, soit la durée complète de la séance de tir. Mentionnons la distinction faite dans cette étude entre deux catégories de tireurs et instructeurs, soit les policiers et les enquêteurs, l'arme utilisée étant différente. Le tableau 1 dresse la liste des types d'arme et de munitions utilisées lors des séances de pratique de tir. Une séance typique comprend, pour les policiers, le tir de 50 balles chemisées, selon un parcours défini, suivi de 12 balles semi-chemisées. Pour les enquêteurs, seul le tir de 50 balles chemisées est compris dans la séance. Mentionnons que la balle chemisée se caractérise par la présence d'une enveloppe, généralement constituée d'un alliage de cuivre, autour de la charge de plomb, alors que la balle semi-chemisée ne possède cette enveloppe qu'à moitié. Chez les policiers, les munitions utilisées lors du service sont de type semi-chemisée. Cependant, lors des pratiques, la majorité des munitions tirées, soit 50 balles sur un total de 62 sont complètement chemisées. Les enquêteurs quant à eux n'utilisent que des balles chemisées.

Mentionnons que pour les fins de la présente étude et afin de se conformer à la nomenclature du RQMT, le terme "bruit d'impact" a été utilisé dans le présent texte bien que dans la littérature, on réfère de plus en plus souvent au terme bruit impulsionnel de type réverbéré.

EFFETS DES BRUITS D'IMPACT SUR L'AUDITION

Tout comme les bruits continus, les bruits d'impact peuvent être la cause d'une fatigue auditive et, éventuellement, d'une perte auditive permanente. Cependant, il est reconnu qu'à énergie égale

($q=3$) les bruits d'impact sont plus nocifs que les bruits continus (1). Ce constat est d'autant plus évident à des niveaux crêtes supérieurs à 140 dBlin parce que l'apparition d'effets mécaniques immédiats, se traduisant par des lésions aux structures de l'oreille, sont alors plus probables. La mesure de l'énergie sonore ne serait donc plus un bon prédicteur de la nocivité du bruit à de tels niveaux. De plus, la sensi-

bilité inter-individuelle ainsi que les paramètres de l'impact peuvent faire en sorte que même à des niveaux crêtes inférieurs à 140 dBlin (par exemple de 120 à 130), la possibilité de dommages permanents à court terme est présente (1,2). Rappelons que la durée de l'exposition, le nombre élevé de bruits d'impact, un spectre culminant autour de 3 000 Hz et une cadence de tir variant autour de une fois par seconde figurent parmi les paramètres de nocivité des bruits d'impact.

NORMES ET RÉGLEMENTATION

Le RQMT (3) définit à l'article 1 un bruit d'impact comme étant "tout bruit formé par des chocs mécaniques de corps solides ou par des impulsions répétées ou non à une fréquence inférieure ou égale à une par seconde". Les types de bruit générés par une arme à feu répondent donc à cette définition à condition de remplir la spécification de la fréquence ($\leq 1/\text{sec.}$). Déjà, à cette étape, on voit qu'un tireur seul génère probablement des bruits d'impact répondant à la définition précédente.

Problèmes de bruit ou de vibrations?

En faisant appel à notre équipe expérimentée, vous profitez d'une solide expertise en contrôle du bruit et des vibrations.

- Acoustique, bruit et vibration
- Contrôle du bruit et des vibrations
- Étude de bruit détaillée
- Établissement de programme de contrôle du bruit
- Conception de correctifs de bruit
- Projet clé-en-main pour implantation des correctifs
- Conception acoustique de nouvelles installations
- Évaluation de l'exposition aux vibrations appliquées à l'homme
- Analyse avancée des vibrations

.....
Pour plus d'information, appelez:

Gilles Leroux,
Directeur,
développement des affaires
1-800-363-4855



Decibel Consultants Inc.

265, boul. Hymus, Bureau 2500
Sainte-Clair (Québec) H9R 1G6

Téléphone (514) 630-4855, Télécopieur (514) 630-4595

Par contre, dès que la fréquence de tir augmente et que plus d'une balle est tirée par seconde, soit par un tireur ou par plusieurs tireurs, le bruit généré ne correspond plus à la définition d'un bruit d'impact selon la réglementation actuelle et doit être considéré comme un bruit continu.

Par ailleurs, la norme ISO 1999.2 (4) recommande l'application du principe d'égale énergie pour la mesure des bruits continus et impulsionnels avec un facteur de bissection de 3. De plus, l'application d'ISO permet de fixer une limite d'exposition de 80 dBA - 8 heures à ne pas dépasser pour protéger la majorité des sujets exposés d'une atteinte auditive. Cette limite constitue un minimum dans le cas d'exposition à des bruits d'impact, étant donné leur nocivité accrue. À cet effet, ISO présente certaines réserves dans sa norme. En effet, on y mentionne qu'au delà de 140 dB, son utilisation constitue une extrapolation parce que des dommages mécaniques immédiats à l'oreille pourraient être possibles. Même en deça de ces niveaux crêtes, il y est de plus recommandé de majorer de 5 dBA la dose partielle associée à l'exposition aux bruits d'impacts afin de tenir compte de leur nocivité accrue.

Le tableau 2 résume la réglementation applicable selon le type de bruit.

Equation 1. LAeq selon le RQMT

$$LAeq_8 = 16.61 \log \frac{1}{28800 \text{ secondes}} \sum (10^{L_{i/10}} \times \text{nombre de balles tirées})$$

Equation 2. LAeq selon ISO

$$LAeq_8 = 10 \log \frac{1}{28800 \text{ secondes}} \sum (10^{L_{i/10}} \times \text{nombre de balles tirées})$$

si le SEL inclut l'énergie de plusieurs balles, le nombre de balles tirées doit être divisé par le même facteur.

STRATÉGIE DE MESURE

Afin de satisfaire les exigences réglementaires, la stratégie d'échantillonnage se devait de prévoir deux types de mesure, soit les niveaux de bruit d'impact en dB linéaire, valeur de crête, et le niveau d'exposition sonore en terme de bruit continu (LAeq₈), équivalent à 8 heures d'exposition. Pour ce faire nous avons cherché à nous conformer à l'approche de Henry Scory proposée dans son document "La mesure des bruits impulsionnels" (5) quant à l'application du critère de 5 dBA (q=5) après l'évaluation du niveau moyen de bruit (LAeq₃) auquel est exposé le travailleur (art 46a du RQMT).

Des mesures de LAeq-SEL ("sound exposure level"), correspondant au niveau de pression acoustique équivalent continu ramené à une durée de référence d'une seconde, ont donc été prélevées. La me-

sure de SEL facilitait l'échantillonnage puisque l'énergie sonore d'une balle tirée pouvait être quantifiée de cette façon, sans tenir compte du temps de mesure. Les SEL obtenus ont été transformés en un niveau d'exposition équivalent huit heures LAeq₈ par l'application des facteurs de pondération temps et nombre de balles tirées (équation 1). Par ailleurs, dans une optique sécuritaire, la norme ISO a été appliquée, c'est-à-dire l'évaluation du LAeq₃ obtenu par la mesure d'un LAeq-SEL, ramené à un niveau d'exposition huit heures selon l'équation 2. Rappelons que l'utilisation d'un LAeq₃ implique que tous les types de bruit (continus, impacts) sont intégrés puisque ISO ne fait aucune distinction entre eux pour la mesure.

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un sonomètre Bruël & Kjaer, modèle 2218, muni d'un microphone à con-

Tableau 2. Résumé de la réglementation applicable aux bruits générés par des armes à feu dans les salles de tir.

	TYPES DE BRUIT	
	BRUIT D'IMPACT	BRUIT CONTINU
POSTE DE TRAVAIL:	• tireur seul : fréquence de tir inférieure ou égale à 1 par seconde	• tireur seul dont la fréquence de tir est supérieure à 1 par seconde. • plusieurs tireurs en même temps (salve de tir).
Réglementation:	• Art. 48: tableau indiquant le nombre de bruit d'impact permis en fonction du niveau de bruit en dB linéaire, valeur de crête. • Aucun travailleur ne doit être exposé à un bruit d'impact dont le niveau en dB lin, valeur de crête, excède 140 dB lin.	• Art. 46: le niveau équivalent de bruit doit être calculé comme suit: $LAeq_8 = 16.61 \log \frac{1}{T(8 \text{ heures})} \sum (10^{L_{i/10}} \times t_i)$ et comparé aux valeurs du tableau de l'article 45. • Aucun travailleur ne doit être exposé à un niveau de bruit continu supérieur à 90 dBA pendant 8 heures. (Les niveaux < 85 dBA sont écartés du calcul).
RQMT		
ISO 1999.2	• Voir bruit continu	• Le niveau équivalent de bruit en dBA, calculé selon principe de cumul d'énergie (formule suivante): $LAeq_8 = 10 \log \frac{1}{T} \sum (10^{L_{i/10}} \times t_i)$ (T = 8, 40 ou 2000 heures, tout type de bruit inclus).

densateur B&K, 1/4 po, type 4135. Souignons que le microphone standard, type 4165, couramment utilisé avec ce sonomètre a été substitué par ce microphone (disponible à l'IRSST) permettant une mesure valide de niveaux crêtes allant jusqu'à 175 dBlin. Ce microphone, lorsque jumelé à ce sonomètre nous permettait donc une lecture valide de classe I jusqu'à une limite d'affichage de l'appareil de 165 dB lin. Le sonomètre a été calibré avant et après les journées d'échantillonnage à l'aide d'une source étalon de marque B&K de 94.0 dB et de 1000 Hz. Tel que prévu lors de l'utilisation de ce microphone avec ce sonomètre, l'étalonnage a été effectué à 74 dB et toutes les lectures (valeurs de crête en dB linéaire et SEL en dBA) ont été majorées de 20 dBlin ou dBA. Les mesures ont été prélevées à l'oreille droite des policiers et enquêteurs, alors qu'un seul tireur était présent ainsi qu'en présence de trois tireurs aux pas de tir. Dans la plupart des cas, et ce pour les deux types de mesure (niveaux crête et

SEL), la contribution d'un tireur à l'exposition sonore des tireurs adjacents a aussi été évaluée.

RÉSULTAT: UNE SITUATION TRÈS BRUYANTE!

Une synthèse des résultats obtenus est présentée au tableau 3. Ceux-ci démontrent bien que tous les tireurs et instructeurs sont exposés à des niveaux de bruit d'impact, valeur de crête, supérieurs aux 140 dB linéaires prescrits par le RQMT. À cet égard, dans les situations où la définition d'un bruit d'impact correspond à celle du RQMT, un non respect de la norme est évident avec des valeurs de crête variant entre 160 et plus de 165 dBlin. La situation la plus bruyante en terme de valeur de crête et de SEL correspond à l'utilisation d'une arme Smith & Wesson, Magnum 357 et de munition de type semi-chemisée produisant des niveaux de crête supérieurs à 165 dBlin à l'oreille des tireurs. Tel que prévu, les

niveaux crêtes et les SEL mesurés à l'oreille des instructeurs ainsi que ceux dus à la contribution d'un tireur adjacent sont évidemment inférieurs à ceux mesurés à l'oreille d'un tireur seul.

Tout comme les valeurs de crête, les résultats des SEL sont très élevés, indiquant une énergie sonore très importante à l'oreille des tireurs et instructeurs. Une tentative d'explication pourrait être la durée de réverbération présumément longue bien que non mesurée. Alors que le niveau crête est déterminé par l'onde directe associée au tir, le SEL peut être tributaire de plusieurs facteurs, soit le niveau sonore de l'onde ou des ondes directe(s), le nombre de tireurs ou la présence de salves de tir ainsi que le niveau sonore dû au phénomène de réflexion, lui-même tributaire de la durée de réverbération du local. Dans la mesure où la durée de réverbération, influencée par les caractéristiques du local tels la configuration, les dimensions ou les matériaux, est contributive, la valeur de SEL en sera d'autant influencée.

Tableau 3. Synthèse des résultats de mesure des niveaux crêtes et des valeurs de SEL.

SITUATION		POLICIERS SMITH & WESSON, MAGNUM 357				ENQUÊTEURS SIG SAUER, 9MM		FUSIL, CALIBRE 12			
		BALLE CHEMISÉE		BALLE SEMI-CHEMISÉE		BALLE CHEMISÉE		BALLE DE SERVICE		BALLE DE PRATIQUE	
		Crête (dBlin)	SEL (dBA)	Crête (dBlin)	SEL (dBA)	Crête (dBlin)	SEL (dBA)	Crête (dBlin)	SEL (dBA)	Crête (dBlin)	SEL (dBA)
1 tireur seul	pas A	164	134	---	---	161	---	---	---	---	---
	pas B	163	134	> 165	137	160	131	162	134	---	130
	pas C	164	133	> 165	136	160	132	162	134	---	129
3 tireurs ensemble	pas A	---	145 (1)	---	145 (2)	---	---	---	---	---	---
	pas B	---	144 (1)	---	144 (2)	---	---	---	---	---	---
	pas C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	oi	---	141 (1)	---	142 (2)	---	---	---	---	---	---
1 tireur seul; mesure à l'oreille de l'instructeur	pas A	152	129	---	---	149	127	---	---	150	127
	pas B	154	129	---	132	150	127	---	---	150	128
	pas C	155	130	---	---	150	128	---	---	151	127
Contribution d'un tireur adjacent (moyenne) (3)		150	129	---	---	150	128	---	---	---	---

Crête: valeur de crête correspondant à l'amplitude maximale de l'onde sonore, exprimée en dB linéaire

SEL: niveau d'exposition sonore équivalent ramené à une durée de référence d'une seconde (exprimé en dBA). Dans ce tableau, seules les valeurs des SEL correspondant au tir d'une balle sont données, à titre comparatif (à l'exception des valeurs pour 3 tireurs ensemble)

oi: indique des mesures effectuées à l'oreille de l'instructeur.

(1): valeur de SEL pour un tir de 6 balles par chacun des tireurs

(2): valeur de SEL pour un tir de 4 balles par chacun des tireurs

(3): valeur approximative obtenue par la moyenne des mesures effectuées. Dans plusieurs des toutes les possibilités de tireur adjacent n'ont pas été mesurées. Par conséquent, la moyenne obtenue est approximative et donnée à titre indicatif.

COMPLEXITÉ DE L'APPLICATION DU RQMT À LA SITUATION EN SALLE DE TIR

Le tableau 4 résume la situation quant à la valeur d'exposition qui doit être comparée à la norme en fonction du poste de travail. On y retrouve les niveaux de crête ainsi que les LAeq calculés à partir des SEL mesurés, l'indice 3 ou 5 indiquant le facteur de bissection utilisé. Soulignons que le LAeq₅ correspond à la valeur comparable à la réglementation québécoise actuelle et que le LAeq₃ correspond à une valeur calculée selon la norme ISO 1999.2

(4). Cette dernière tient compte de toute l'énergie sonore à laquelle un tireur ou un instructeur est exposé, et sera utilisée plus loin comme indice de nocivité du bruit.

Les valeurs de LAeq obtenues par le calcul selon l'équation du RQMT ($q = 5$) et celle préconisée par l'ISO ($q = 3$) présentent des écarts importants. Ceux-ci viennent du fait que les différences entre un LAeq₃ et un LAeq₅ sont d'autant plus grandes que l'exposition contributive à la dose est courte et ponctuelle, le LAeq₃ étant toujours supérieur au LAeq₅. Les résultats du tableau 4 indiquent que les tireurs seuls (policiers et enquêteurs) sont

exposés à des bruits d'impact (niveau de crête) supérieurs à la norme réglementaire. Par ailleurs, pour les sujets exposés à des salves de tir soit les tireurs, lorsque plusieurs sont présents aux pas de tir, et les instructeurs, c'est la norme du bruit continu, soit 90 dBA - 8 heures qui s'applique. Les résultats indiquent que les tireurs, lorsque trois aux pas de tir, ne sont pas exposés à des niveaux dépassant la norme. En effet, le niveau d'exposition équivalent 8 heures pour les policiers est de 88 dBA alors celui des enquêteurs, bien que non disponible, est inférieur à celui des policiers car leur arme est moins bruyante. Quant à l'exposition des ins-

Tableau 4. Valeur d'exposition applicable en fonction du poste de travail.

POSTE DE TRAVAIL	BRUIT D'IMPACT	BRUIT CONTINU	
	VALEUR DE CRETE (dBlin)	LAeq ₃ (8 heures) (dBA)	LAeq ₅ (8 heures) (dBA)
Policier (Smith & Wesson, Magnum 357) - tireur seul (pas A, B ou C) 50 balles chemisées 12 balles semi-chemisées - 3 tireurs en même temps (pas A + pas B + pas C) 50 balles chemisées 12 balles semi-chemisées - instructeur - exposition à une séance complète: 1) 3 tireurs ensemble 2) 3 tireurs ensemble 3) 1 tireur seul	164* > 165* nd 154	108 dBA 110 dBA 111 dBA	90 dBA 88 dBA* 93 dBA*
Enquêteur (Sig Sauer, 9 mm) - tireur seul (pas A, B ou C) 50 balles chemisées - 3 tireurs ensemble (pas A + pas B + pas C) 50 balles chemisées - instructeur	160* nd nd	104 nd nd	86 dBA nd* nd*
Norme	RQMT art. 48: aucune exposition > 140 dB lin	ISO 1999.2: Principe d'égale énergie: intégration de tout type de bruit (impact, continu) dans la mesure.	RQMT art. 45: 90 dBA - 8 heures

nd = valeur non disponible * = indique la valeur à comparer à la norme réglementaire

tructeurs, un dépassement de la norme de 90 dBA - 8 heures est observé pour l'instructeur des séances de tir des policiers (L_{Aeq3} 8 heures = 93 dBA) mais le L_{Aeq3} n'a pu être obtenu pour les instructeurs des séances de tir des enquêteurs puisque le SEL lors du tir de trois tireurs n'a pas été mesuré.

Mentionnons que les résultats semblent indiquer qu'en présence de salves de tir l'exposition d'un tireur donné est davantage déterminée par son propre tir que par celui aux pas adjacents. En effet, les différences entre les valeurs de L_{Aeq3} pour un tireur seul et pour trois tireurs ensemble sont peu importantes, soit 2 dBA, alors que trois fois plus de balles sont pourtant tirées.

De plus, il est assez paradoxal de constater que la situation où trois tireurs tirent à la fois, ce qui correspond pourtant à une augmentation de l'énergie sonore, résulte en un de L_{Aeq3} moins élevé que lorsqu'un seul tireur est présent. Il est connu que plus l'exposition est courte et ponctuelle, plus la différence entre le L_{Aeq3} et le L_{Aeq5} est grande. Dans le cas présent, cette différence a été accrue par le fait d'avoir inclus dans une même mesure l'énergie de plusieurs balles lors de l'échantillonnage en présence de plusieurs tireurs, ce qui n'a pas été fait en présence d'un tireur seul. C'est donc la stratégie d'échantillonnage qui est responsable de cette aberration. L'intégration dans une même mesure de l'énergie de plusieurs balles dans les situations où plusieurs tireurs étaient présents, entraîne une sous-estimation du L_{Aeq3} correspondant parce que le nombre d'événements inclus dans la formule est d'autant moindre et que l'exposition est plus ponctuelle.

Le q3, principe d'égale énergie, n'est évidemment pas affecté par ce phénomène.

Ce constat a été prouvé en recalculant le L_{Aeq3} pour un tireur seul (policier) à partir des valeurs de SEL obtenues au pas B lors du tir de balles chemisées (6 balles à la fois) et de balles semi-chemisées (4 balles à la fois). Le résultat de L_{Aeq3} de 85 dBA confirme que la méthode de calcul peut amener des biais importants sur le résultat final. En effet, une différence de 5 dBA est obtenue entre le L_{Aeq3} calculé à partir des valeurs de SEL incluant une seule balle et le L_{Aeq3} calculé à partir des valeurs de SEL intégrant l'énergie de plusieurs balles (6 dans le cas des balles chemisées et 4 dans le cas des balles chemisées).

Ce constat absolument irréaliste de l'exposition nous a d'autant plus mené à utiliser la norme ISO pour calculer les niveaux sonores équivalents (L_{Aeq3}) des tireurs et instructeurs. Ces valeurs permettent de mieux évaluer le risque de surdité dû à ces expositions.

APPLICATION DE LA NORME ISO: UN BON INDICE DE LA NOCIVITÉ DES BRUITS D'IMPACT

À partir des valeurs de L_{Aeq3} pour chacun des tireurs et instructeurs (tableau 4), nous avons donc calculé un L_{Aeq3} pondéré mensuellement afin de le comparer au seuil de 80 dBA. Ce calcul doit être considéré sous toutes réserves puisqu'il entraîne une sous-estimation de la nocivité réelle de l'exposition aux bruits d'impact. En effet, les tireurs et instructeurs sont exposés à des niveaux linéaires supérieurs à 140 dBlin pour lesquels des dommages immédiats sont possibles, ISO présentant explicitement une réserve à l'ap-

plication de sa norme à ces niveaux. De plus, le fait de pondérer l'exposition mensuellement correspond ici à diluer d'autant l'énergie sonore à laquelle ceux-ci sont exposés. Malgré ces réserves, les résultats compilés au tableau 5 démontrent un dépassement de la limite d'exposition de 80 dBA pour tous les tireurs et instructeurs. Bien que les données ne soient pas disponibles pour les instructeurs des enquêteurs, on sait par extrapolation que leur L_{Aeq3} sera supérieur à celui du tireur seul, donc supérieur à 80 dBA.

On peut donc considérer tous les intervenants de la salle de tir comme étant à risque de développer une surdité consécutive à leur exposition au bruit d'armes à feu et ce malgré une fréquence d'exposition mensuelle assez brève.

Conclusion

Nos résultats ont démontré la présence de niveaux de crête très élevés variant selon le type d'arme et de munition utilisés, de 163 à plus de 165 dB (linéaire) à l'oreille des tireurs. De même, les niveaux crête mesurés à l'oreille des instructeurs ont varié entre 149 et 155 dB lin. Dans tous les cas, ces niveaux sont supérieurs à la limite de 140 dB linéaires prescrite par la réglementation.

Les valeurs de SEL sont aussi très élevées, s'échelonnant de 127 à 137 dBA pour 1 balle, selon le type d'arme et de munition. Ces valeurs, lorsque pondérées mensuellement (q=3) en tenant compte du nombre de balles tirées, résultent en des L_{Aeq3} variant entre 95 et 98 dBA pour les policiers. Pour les enquêteurs, les résultats, bien qu'incomplets, démontrent des L_{Aeq3} d'au moins 91 dBA.

Ces divers résultats démontrent que le risque d'atteinte auditive est présent pour tous les tireurs et instructeurs.

Sept recommandations en terme de réduction de l'exposition aux bruits générés par les armes à feu ont été formulées à l'endroit des policiers, soit d'évaluer la faisabilité et l'efficacité des solutions suivantes:

- l'utilisation de silencieux afin d'atténuer l'énergie sonore et les niveaux crête d'impact dus aux déflagrations des armes à feu (6),(7);
- le traitement de la salle de tir afin d'y diminuer la réverbération des ondes sonores;

Tableau 5. Niveaux d'exposition mensuelle pondérée (ISO).

SITUATION DE TIR	DOSE JOURNALIERE	DOSE MENSUELLE
	L _{Aeq3} 8 heures	L _{Aeq3} 160 heures
Policiers (Smith & Wesson, 357)		
tireur seul	108	95
3 tireurs ensembles	110	97
instructeur	111	98
Enquêteurs (Sig Sauer, 9mm)		
tireur seul	104	91
3 tireurs ensembles	nd	nd
instructeur	nd	nd

nd: valeur non disponible

La VÉRITÉ!

POUR VOS MESURES DE BRUITS,
LARSON DAVIS EST UN CHOIX INTELLIGENT

Les sonomètres et dosimètres de la série 700 et 800...



Adaptables à une grande variété de mesures.

Entièrement configurables vous permettant de satisfaire toutes les normes.

Génération de rapports directement sur une grande variété d'imprimantes.

Interface série à haute vitesse permettant le transfert de vos données à un ordinateur ou une imprimante.

Mémoire interne vous permettant de stocker vos mesures de bruit.

Logiciels opérés sous WINDOWS et DOS pour le transfert de données, l'analyse, la génération de rapport et l'archivage des mesures.

Instruments fiables de haute qualité, comportant une garantie de deux ans.



Dalimar

193, Joseph Carrier
Vaudreuil-Dorion, Québec J7V 5V5

Instruments Inc.

Tél. : (514) 424-0033 Toronto: (905) 508-8345
Fax: (514) 424-0030 Fax: (905) 508-8344

PRODUITS DE HAUTE TECHNOLOGIE, SERVICE HORS PAIR !



"SANTÉ VOUS MIEUX AU TRAVAIL"

- Conférences-Santé (santé, stress, nutrition...)
 - Kiosques d'info-santé
 - Programme nutritionnel pour exécutifs
- Nos professionnels de la santé à votre service!*

Laurence Levy dt.p.
Tél: (514) 738-6551
Fax: (514) 738-4032

- la pratique des séances de tir à l'extérieur, ce qui éliminerait de façon significative la contribution de l'énergie sonore attribuable aux réflexions à l'intérieur du local dans l'éventualité où celles-ci contribuent de façon significative à l'exposition sonore;
- le port de protecteurs auditifs adéquats;
- l'utilisation d'arme et de balles moins bruyantes dans la salle de tir (balles chemisées plutôt que semi-chemisées);
- la diminution du temps d'exposition pour les instructeurs et tireurs, c'est-à-dire la diminution du nombre de balles tirées par séance et du nombre de séance de tir;
- l'isolation des instructeurs.

Concernant les trois premières avenues de solutions proposées, mentionnons qu'un projet, actuellement en cours par le GAUS (Groupe d'Acoustique et de vibrations de l'Université de Sherbrooke) et commandité par l'IRSST, permettra d'évaluer la pertinence. Il est donc permis de croire que des solutions seront bientôt disponibles. Dans l'attente, on ne saurait trop insister sur le port de protecteurs auditifs lors de l'utilisation d'une arme à feu.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Raymond Hétu, directeur du Groupe d'acoustique de l'Université de Montréal (GAUM) pour ses judicieux conseils concernant la stratégie d'échantillonnage et Chantal Parent-Dionne pour sa collaboration lors de l'échantillonnage.

RÉFÉRENCES

1. Laroche C. (1989). La mesure de l'exposition au bruit: la loi au détriment de la santé? Travail et Santé, 5 (3): 49-52.
2. Laroche C. et Hétu R. (1990). Exposition aux bruits impulsifs en milieu de travail: la protection assurée par les dispositions réglementaires est-elle suffisante? Colloque de physique C2, supplément au numéro 2, tome 51, 1^{er} Congrès français d'acoustique.
3. Gouvernement du Québec, Règlement sur la qualité du milieu de travail, S-2.1, r.15. Editeur officiel du Québec.
4. ISO 1999.2 (1990). Acoustics - Détermination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Organisation Internationale de standardisation, Genève.
5. Scory, H. (1993). La mesure des bruits impulsifs. IRSST - Études et Recherches #R067.
6. Pääkkönen, R. et Kyttälä, I. (1994). Attenuation of rifle and pistol noise with the use of suppressors and subsonic bullets. Acta Acustica (2), pp 29-36.
7. Pääkkönen, R. et Kyttälä, I. (1994). Effects of rifle-calibre muzzle brakes and suppressors on noise exposure, recoil and accuracy. Acta Acustica (2), pp 143-148. ■

Annexe 5

***Présentation succincte de l'étude du GAUS
sur l'évaluation des protecteurs auditifs
dans le contexte du tir d'armes à feu***

ANNEXE

Titre : Évaluation et optimisation de l'efficacité des protecteurs auditifs utilisés pour le contrôle du bruit des armes à feu dans les salles de tir #95-026

Chercheurs : Jean Nicolas ; Noureddine Atalla ; Yvan Champoux ; U. Sherbrooke ing. vibroacoustique (professeurs-chercheurs)

-
- **Problématique** – Trois études confirment le risque d'atteinte à l'audition pour les policiers et les instructeurs s'entraînant dans les salles de tir. Près de 15 000 travailleurs sont concernés. La réduction du bruit à la source est impossible. Le traitement acoustique de la salle s'avérerait très peu efficace (2 dB) et très coûteux. L'efficacité des coquilles en présence de bruits impulsionnels n'est pas connue. Il n'existe pas de modèles numériques complets et rigoureux permettant de simuler l'efficacité du système coquille+cavité+oreille.
 - **Méthodologie** – Développement d'une méthode de mesure de l'efficacité des coquilles. Mesure de l'efficacité des coquilles passives et actives. Développement d'un modèle simulant l'efficacité d'une coquille en présence de bruits impulsionnels. Étude de faisabilité de modification de l'électronique d'un système de contrôle actif en vue d'améliorer l'efficacité des protecteurs actifs.
 - **Résultats attendus** – Nouvelle approche de mesure. Données complètes sur l'efficacité réelle des coquilles. Modèle numérique incluant tous les effets vibroacoustiques. Détermination du potentiel d'amélioration des casques actifs pour les bruits impulsionnels.
 - **Retombées prévisibles** – Diminution du risque d'atteinte à l'audition pour les policiers et agents de sécurité. Résultats utilisables pour d'autres milieux de travail où il existe des bruits impulsionnels.

Annexe 6

***Information sur les protecteurs auditifs
non conventionnels de type à atténuation non linéaire
en fonction du niveau sonore***

Information sur les protecteurs auditifs à atténuation non linéaire en fonction du niveau sonore* : (#96, #97).

Dans ce texte, nous abordons les éléments suivants :

1. Utilités
2. Mode de fonctionnement
3. Avantages et inconvénients

1. Utilités

Conçus pour pallier à certaines contraintes associées au port du **protecteur conventionnel**, à savoir :

a) **Une atténuation constante quel que soit le niveau sonore incident**

Si l'exposition sonore fluctue de manière imprévisible, il est difficile de retirer sa protection auditive de manière sécuritaire. Cela implique que l'atténuation sera plus grande que nécessaire aux niveaux moins élevés et perturbe alors davantage la communication et la détection des signaux, surtout chez ceux atteints de surdité. Cette situation est d'autant plus dramatique que l'atténuation d'un protecteur est plus performante en haute(s) fréquence(s) débalançant le spectre du signal d'intérêt dans la zone de sensibilité moindre du travailleur.

b) **L'impression d'isolement consécutive à a).**

* En anglais : non linear attenuation
amplitude sensitive
level dependant hearing protector

Aussi, le type particulier de protecteurs considérés ici sont conçus de manière à ce que l'atténuation soit moindre jusqu'à l'atteinte de niveaux sonores où leur performance doit être plus efficace i.e. à des niveaux où de toute façon il s'avère impossible de communiquer efficacement peu importe le port ou non d'un type ou un autre de protecteurs.

Certains modèles présentent aussi une atténuation uniforme* à tout le moins dans la zone du spectre fréquentiel la plus critique pour la communication ($\approx$.5 à 4 kHz).

2. Mode de fonctionnement

On peut classer les protecteurs de ce type selon leur mode de fonctionnement.

Il existe deux façons de permettre une atténuation plus performante avec l'augmentation du niveau sonore : l'une est passive (non électronique), l'autre active (électronique).

Détaillons chacune d'elle :

Système passif

- Consiste en un élément mécanique tel une valve ou une série d'orifices de précision dans un conduit;
- Le deuxième type de circuit présente un avantage certain sur le premier. En effet, il permet à la turbulence induite par la forte pression sonore de créer quasi-instantanément une plus forte résistance au passage du son permettant ainsi de bénéficier d'une meilleure protection lors des bruits impulsionnels.

La coquille EAR 9000 est de ce type (la banque d'orifices se termine dans la coquille par un coussinet de la forme d'un «D» (appelé «bourrelet» dans la publicité française). Il en est de même pour certains bouchons moulés avec orifices de dimensions prédéterminées.

* En anglais : uniform
flat attenuation
spectral balance

Peu importe le modèle, à partir d'un certain niveau (dit de «transition») correspondant aux environs de 110-120 dB, l'atténuation du protecteur augmente de .5 dB pour chaque dB d'augmentation du niveau sonore. Elle plafonne enfin lorsque sa performance devient optimale (comme si le circuit était complètement fermé à l'onde sonore).

La figure 6 tirée de la référence 96 illustre ce phénomène.

Compte tenu du niveau de transition assez élevé, il demeure qu'une certaine protection demeure tout de même nécessaire aux niveaux inférieurs. Malheureusement, certains bouchons peuvent alors offrir une atténuation plus limitée aux fréquences inférieures à 1000 Hz.

Pour sa part, le modèle **EAR 9000** présente une atténuation moyenne uniforme de 25 dB entre 400 Hz et 8000 Hz, du moins jusqu'à au moins 120 dB. Le NRR minimal pour des niveaux inférieurs à 120 dB est de 16 dB* et de 22 dB au maximum. Les deux figures suivantes tirées de la référence 96 démontrent bien ces affirmations.

Son coût est relativement limité, soit d'environ 45 \$.

* 16 dB dans les fiches techniques les plus récentes.

atténuation moyenne globale

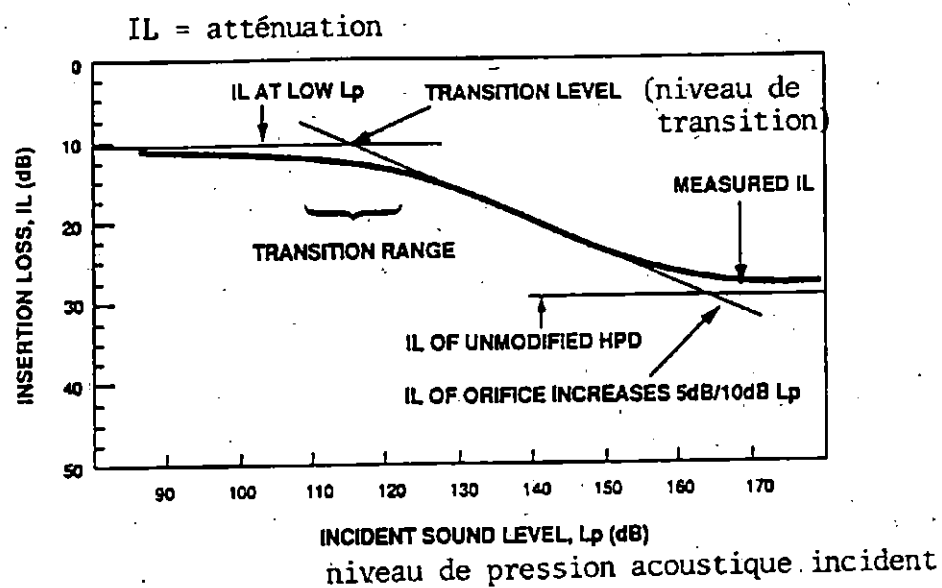


Figure 6. Dependence of insertion loss on incident sound level at a single frequency for an orifice-type, amplitude-sensitive HPD. (Adapted from Allen and Berger [22].)

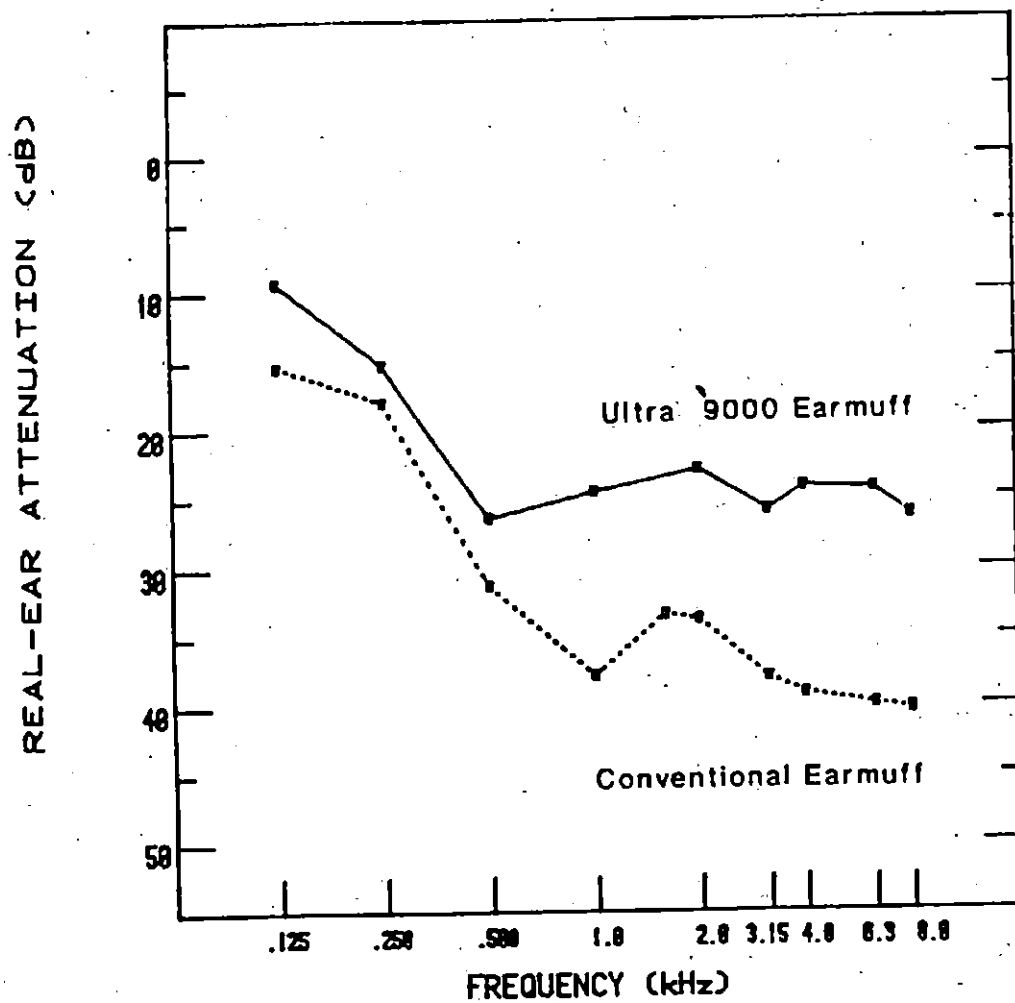
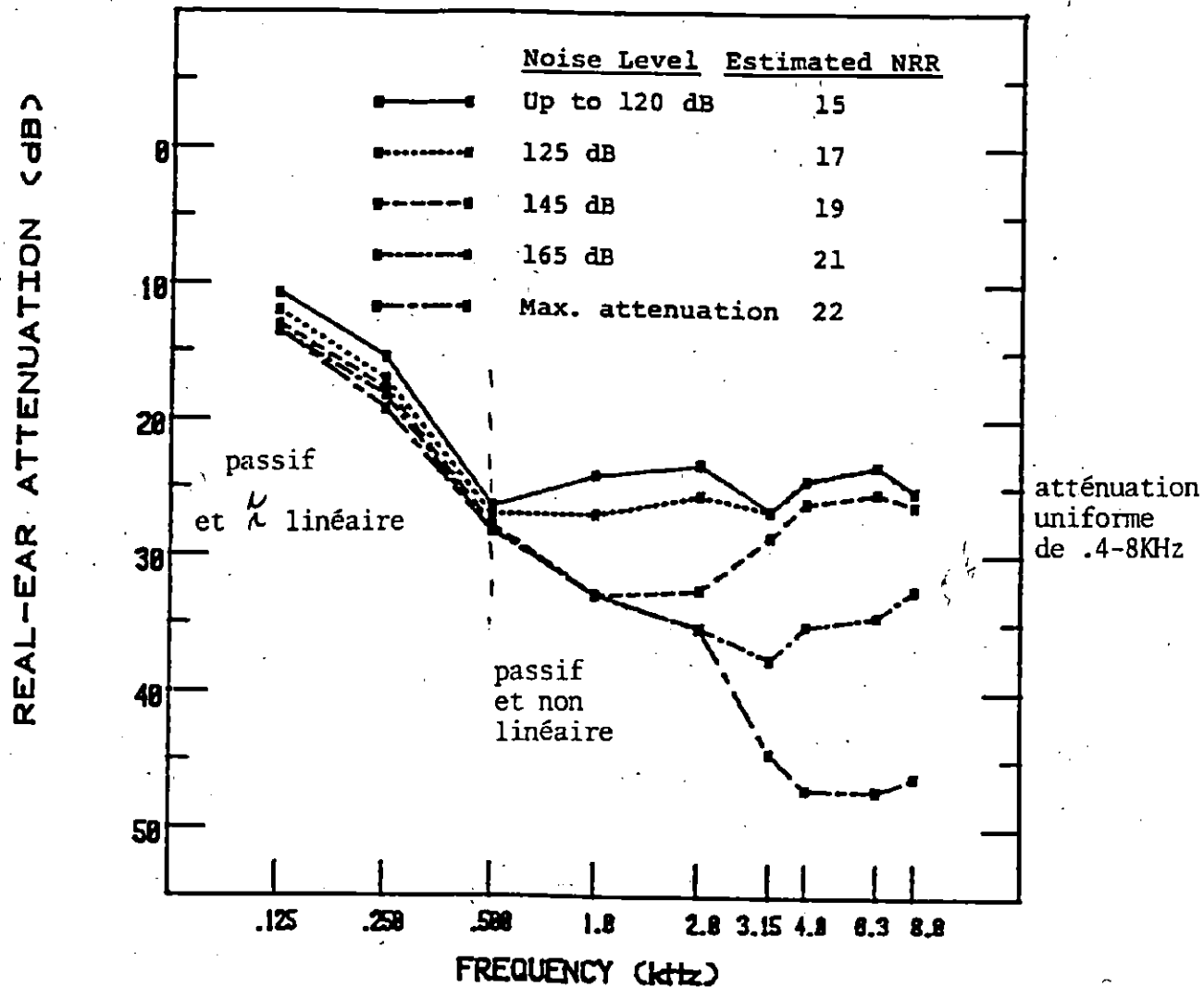


Figure 33-1 Real-ear attenuation of a moderate- and relatively flat-attenuation earmuff (E-A-R Ultra 9000 earmuff) compared to a conventional earmuff.

Figure 5 - Illustration of the change in attenuation as a function of sound level for a passive nonlinear earmuff.



⇒ The above curves provide an estimate of the increase in attenuation provided by the Ultra 9000® earmuff as sound levels increase above 120 dB. The estimates were obtained by adjusting the real-ear attenuation at threshold data from Figure 4 (measured with sound levels in the range of about 0 - 50 dB), according to the changes in attenuation that were observed on an acoustical test fixture when the earmuff was exposed to the sound levels listed in the legend. Maximum attenuation is for a condition in which the orifice in the cup is physically sealed shut.

Système actif

- Consiste en un système de cancellation d'ondes* ou en un module électronique (système micro-amplificateur).
- Nous ne décrivons pas de manière très élaborée le premier sauf pour dire qu'il procède par la technique du «bruit anti-bruit» et qu'il est particulièrement efficace aux fréquences inférieures à 1000 Hz où une amélioration de 15 à 20 dB de la performance du protecteur est tout à fait plausible. Ces systèmes sont encore peu utilisés en milieu de travail particulièrement à cause de leur coût (>500 \$) ou de leur encombrement (système portatif assez lourd).
- Le deuxième fonctionne comme suit : un micro placé sur la coquille capte l'onde sonore et l'envoie à un système amplificateur-récepteur. Le niveau de sortie de l'amplificateur est limité à un niveau prédéterminé jugé «sécuritaire» (habituellement 82 à 85dB_A). C'est ainsi qu'à faible niveau (ex. 60-70 dB_A) une amplification du signal dans certaines zones de fréquences (parole) est même réalisée. Au fur et à mesure que le niveau extérieur augmente, il y a atténuation de plus en plus grande du signal pour éviter de dépasser les 82 ou 85 dB_A à l'intérieur de la coquille. Il en va ainsi jusqu'à ce que le niveau de bruit soit tel que la conception de la coquille devienne en elle-même le point faible du système et ne permette plus d'atteindre, par exemple, le niveau de 85dB_A dans le conduit auditif. Le niveau de bruit qui traverse la coquille sans passer par le circuit micro-amplificateur est alors supérieur à 85 dB_A. À ce moment (habituellement autour de 110dB_A), le protecteur fonctionne alors comme un de type conventionnel, l'atténuation devenant optimale et constante peu importe l'augmentation additionnelle du niveau de bruit.

La figure 5 tirée de la référence 97 donne un exemple du fonctionnement et de la performance potentiels de ce type de protecteur.

* En anglais : ANC ou ANR pour Active noise cancellation ou Active noise reduction.

niveau de pression acoustique global (sous la coquille dBA)

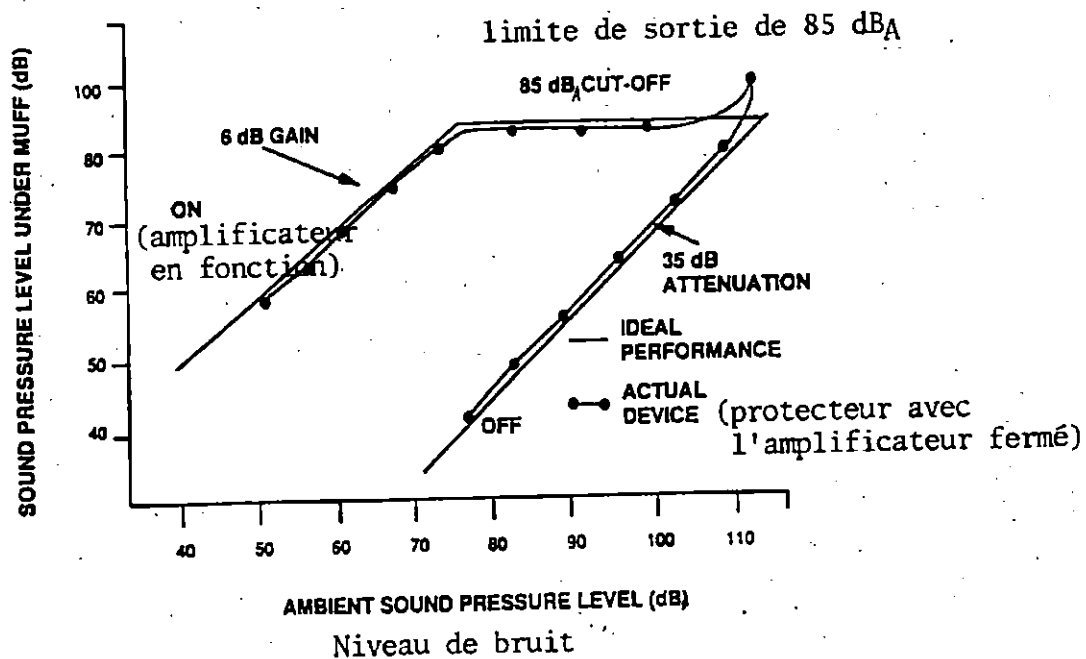


Figure 5. Typical and ideal performance for an active amplitude-sensitive, sound transmission earmuff as a function of incident sound level. (Adapted and modified from Maxwell et al. [16])

Le coût de ces protecteurs varie autour de 200 - 300 \$. Les plus connus sont le **Bilson 707**, le **Peltor tactique** et le **Hellberg Active** dont voici les principales caractéristiques :

- **Bilsom 707 (Marksman 2905)**

- limite de sortie : 82 dB_A
- système stéréo : 2 micros indépendants
- contrôle de volume : amplification maximale de 16 dB entre .4 et 3.5 kHz
(Marksman : 18 dB entre 1 et 3,5 kHz)
- écrans anti-vent : oui
- poids : ≈ 7 oz
- pile : 9 volt alcaline ≈ 500 heures d'autonomie (aussi avec chargeur)
(Marksman : rechargeable ≈ 60 heures d'autonomie)
- temps de réaction (déclenchement) du système : .5 msec.
- NRR max. : 23 dB ACNOR : classe B (Marksman = classe A)

- **Peltor tactique (T7-SR)**

- limite de sortie : 82 dB_A
- système stéréo : 2 micros indépendants
- contrôle de volume : amplifie jusqu'à 25 dB entre ≈ .5 et 4 kHz
- écrans anti-vent : oui
- poids : ≈ 300 gr.
- pile : 9 volt alcaline
- temps de réaction du système : inférieur à 2 msec.
- NRR max : 24 dB ACNOR : classe B

- **Hellberg active**

- limite de sortie : 85 dB_A
- système stéréo : 2 micros indépendants
- contrôle de volume : amplification maximale de 12 dB entre ≈ .5 et 3 kHz
- écrans anti-vent : oui
- temps de réaction du système : inférieur à 2 msec.
- pile : rechargeable; ≈ 50 heures d'autonomie
- NRR max. : 25 dB ACNOR : classe A

3. Avantages et Inconvénients

- À des niveaux de bruit ambiant inférieurs à 80 dB_A les protecteurs actifs (avec amplification) peuvent faciliter la communication puisqu'ils agissent alors un peu comme une prothèse auditive pour le travailleur atteint de surdité.
- On ne peut utiliser les normes en vigueur (ACNOR, ANSI) pour évaluer ce type de protecteur sauf en ce qui concerne leur l'atténuation minimale et maximale. Dans la zone où l'atténuation est non linéaire en fonction du niveau sonore, on a recours à d'autres méthodes d'évaluation de la performance, aucune d'elle n'étant par ailleurs normalisée à ce jour. Une mise en garde formulée dans les principales normes (ACNOR, ANSI,...) à l'effet que la méthode qu'on y utilise ne peut permettre l'évaluation complète de ce type de protecteur en fait foi.
- Le temps de réaction du système actif avec amplification est-il suffisamment rapide pour permettre une performance optimale en présence d'un bruit impulsionnel? On l'a vu, il correspond à 2 msec. ou moins (.5 msec pour Bilsom et Marksman). Cependant, jusqu'à quel point ce délai est-il conforme et stable avec l'usure du protecteur?

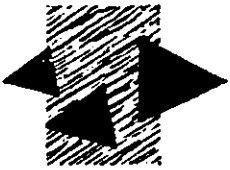
Dans le cas des tirs d'armes à feu, la crête maximale survient dans les 3 premières msec. La rapidité de déclenchement du système de limitation de sortie de l'amplificateur est donc critique.

Des études réalisées par des chercheurs indépendants semblent confirmer ces temps de réaction. Toutefois l'étude du GAUS à venir en cours d'année 1996 devrait apporter des réponses encore plus claires à ces interrogations.

- Quel est le temps de décharge du circuit (remise à zéro) lorsque le niveau sonore retombe dans la zone où une amplification du signal est réalisée?
- Comment se comporte la **fidélité acoustique** du système micro-amplificateur-écouteur; comment varie le rapport signal-bruit selon aussi l'angle relatif de la voix par rapport au bruit (ex. voix à l'arrière et bruit en avant);
- Il y a nécessité de recharger certains modèles actifs avec amplificateur (entretien plus méticuleux).
- En ce qui concerne plus précisément le protecteur passif **Ear 9000**, l'ajustement du protecteur sur la tête est critique. Les grilles recouvrant la banque d'orifices doivent être orientées vers l'avant et le coussinet interne de la forme d'un «D» (bourrelet) doit être bien en place.
- En quoi la présence de contaminants (chimiques, solvants, poussières) ou les intempéries peuvent affecter la durée de vie de ces protecteurs?
- Naturellement, dans la mesure où des fuites acoustiques diminuent la performance du laboratoire, les données affichées dans les diverses figures de cette annexe varient d'autant.

Annexe 7

***Information complémentaire sur la protection
associée au port combiné d'embouts et d'une coquille***



DSC
DÉPARTEMENT DE SANTÉ COMMUNAUTAIRE
HÔPITAL CHARLES LeMOYNE

Le 5 octobre 1992

**Objet: Précisions concernant les limites
associées au port d'une double
"protection" auditive (bouchons-
coquilles)**

Bonjour

Tel que convenu, je te transmets par écrit un avis concernant le sujet en titre.

A ma connaissance, les études s'étant intéressées à l'atténuation sonore de divers agencements de modèle bouchons-coquilles ont procédé à partir d'un devis de laboratoire donc dans des conditions d'ajustement des protecteurs mieux contrôlées qu'en milieu industriel.

Bien que les résultats varient quelque peu d'un laboratoire à l'autre *, on peut dégager une tendance à l'effet que la performance globale est supérieure à celle de chaque protecteur testé individuellement. Toutefois, elle plafonne quelque peu et se rapproche, de fait, de la performance du protecteur le plus efficace lorsque porté seul! (Voir #1 à #3).

Toutefois compte tenu que la performance est souvent inférée à partir d'une mesure comparative des seuils auditifs en présence et en l'absence des protecteurs, donc à niveau sonore relativement faible et que les conditions de port en laboratoire reflètent très peu celles observées sur "le terrain", on est justifié de s'interroger sur la stabilité de cette performance en milieu de travail.

* Une telle variation inter-laboratoire n'est pas exceptionnelle puisqu'on la retrouve aussi lorsqu'on évalue individuellement les coquilles ou les bouchons.

En effet, d'une part, l'amélioration relative de la performance notée en laboratoire ne peut de ce fait être garantie en milieu industriel (#1). D'autre part, on reconnaît que le couplage mécanique bouchons-coquilles limite déjà en laboratoire la performance d'une double protection aux basses fréquences. On est justifié de penser que ce couplage joue encore plus aux niveaux de pression acoustique pour lesquels on recommande habituellement la double protection (≥ 100 dBA). On peut donc s'attendre à une diminution de performance surtout aux fréquences inférieures à 500Hz.

Aussi, si l'on considère les autres aspects associés au port de protecteurs auditifs, on peut penser que l'interaction d'une coquille portée par-dessus un bouchon introduit dans le conduit auditif amène des contraintes supplémentaires au plan de l'inconfort, de la communication et de la détection/localisation de sources sonores.

Compte tenu de l'information rapportée ci-haut, il m'apparaît évident que le port d'une double protection n'est pas une alternative franchement avantageuse au port d'une protection simple bouchon ou coquille en présence de niveaux sonores élevés. La populaire consigne: "Le protecteur le plus "efficace" est celui le mieux et le plus longtemps porté" est encore, semble-t-il, le meilleur guide.

Finalement, bien que la norme canadienne ACNOR (# 4) se prononce en faveur de la double protection, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'une recommandation. Chaque province est libre d'y souscrire ou non. Le règlement québécois sur la qualité du milieu de travail, réfère pour sa part, à l'article 51, à l'ancienne norme de 1974 qui n'aborde pas le contexte de la double protection. En aucun cas, le présent avis contrevient donc à la teneur de cet article du règlement.

En espérant le tout conforme, je demeure disponible pour toute information supplémentaire.



Pauline Fortier, M.O.A.
Audiologiste

PF/fb

p.j.



Références

1. Damongeot, A. et al (1990). Affaiblissement acoustique apporté par une double protection de l'ouïe (serre-tête + bouchons d'oreille). Cahiers de notes documentaire de l'INRS. PAGES 557-562
2. Fortier, P. (1987) La protection auditive. chapitre 7.3
3. Communication personnelle avec M. Raymond Hétu, psycho-acousticien et directeur du Groupe d'acoustique de l'Université de Montréal.
4. Association canadienne de Normalisation-Acnor. (1984) Hearing protectors. 18 pages.

F 11,217

9247

Fortier, P.

L'exposition au bruit des poli-
ciers municipaux de la Montérégie
- volet pratiques de tir: nocivi-
té, mesures préventives et élé-
ments pr l'élaboration d'un sous-
programme de santé spécifique
1. Document de référence à l'inter-
tion des équipes de santé au tra-
vail.

F 11,217