

**Évaluation de l'efficacité
de protecteurs auditifs
de type casques
aux bruits impulsionnels
d'armes à feu**

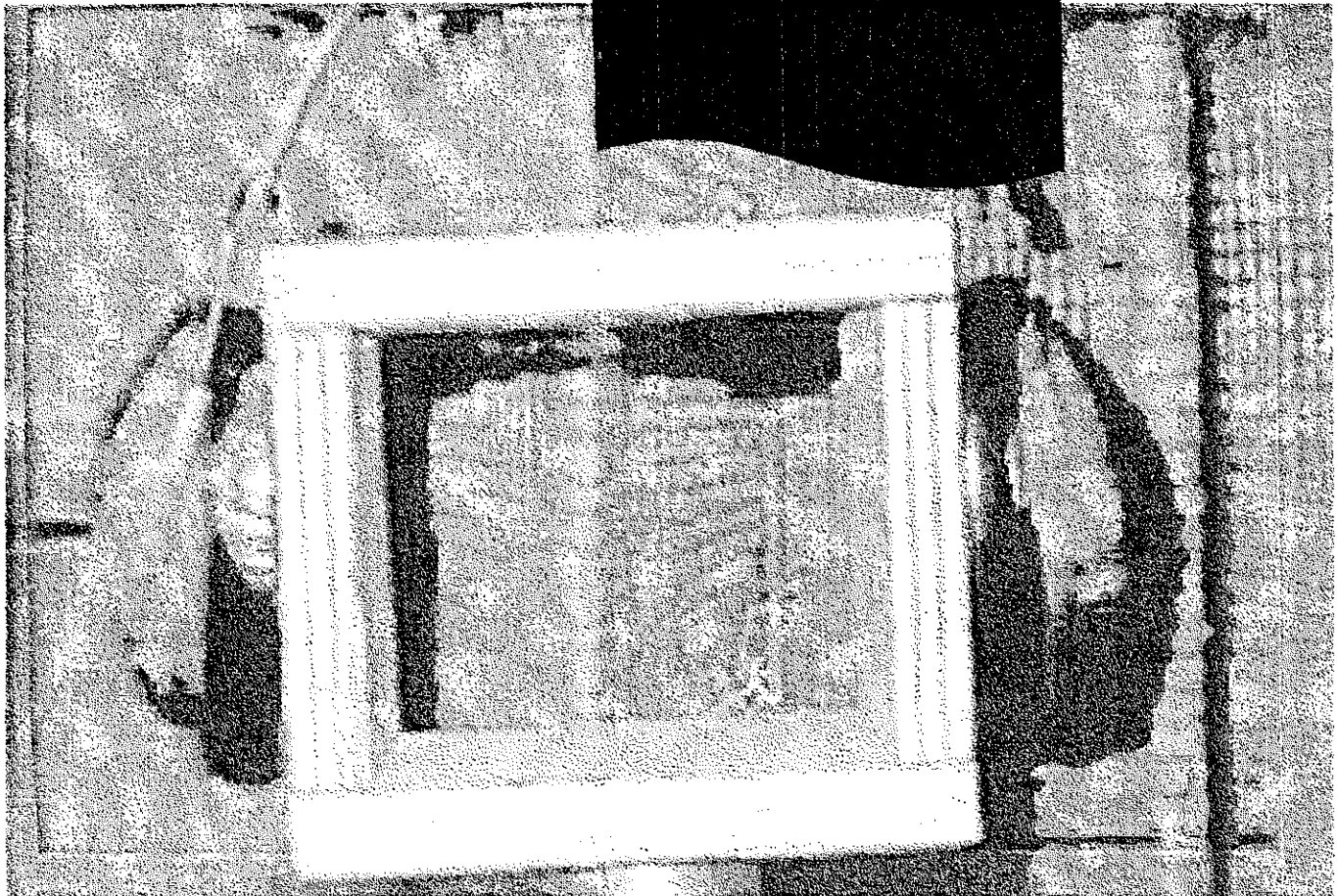
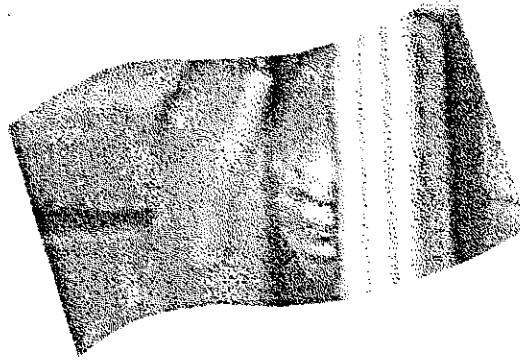
Jean-Luc Wojtowicki
Jean Nicolas

août 1997

R-166

RAPPORT

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**



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

La recherche, pour mieux comprendre

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

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

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

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

ATTENTION

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

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

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

**Évaluation de l'efficacité
de protecteurs auditifs
de type casques
aux bruits impulsionnels
d'armes à feu**

Jean-Luc Wojtowicki et Jean Nicolas
Groupe d'acoustique et vibrations de l'Université de Sherbrooke

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

RAPPORT

Sommaire

Le but de cette étude est de réaliser un classement par ordre d'efficacité d'un échantillonnage de casques de protection auditive lors de l'utilisation d'armes à feu. La méthode de mesure proposée est inspirée de celle déjà utilisée auparavant [1] et améliorée de manière à conserver l'étanchéité des casques.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a des différences assez importantes entre chaque casque (14 dB entre le moins bon et le meilleur casque), l'efficacité est de l'ordre de 28 à 42 dB sur la base de valeurs crêtes. Le casque le plus efficace est le Peltor 7H utilisé par les policiers de la SQ.

Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes et les organismes suivants pour leur aide et leur participation à cette étude :

- **M. Michel Allard et ses collègues de la SPCUM pour la réalisation des essais**
- **Mme Pauline Fortier pour son aide concernant la quantification de l'exposition**
- **M. Gabriel Laperle pour la réalisation du système de mesure dans la coquille**
- **L'Institut de Recherche en Santé et Sécurité du Travail (IRSST) pour son support financier**

Table des matières

SOMMAIRE	i
REMERCIEMENTS	ii
I. PROBLÉMATIQUE	1
II. OBJECTIF	1
III. MÉTHODOLOGIE	1
III-1. MÉTHODE DE MESURE: UNE NOUVELLE APPROCHE	1
III-2. DÉTERMINATION DE L'EFFICACITÉ DES CASQUES	3
III-3. CASQUES TESTÉS.....	3
III-4. ARMES, MUNITIONS ET LUNETTES	4
IV. RÉSULTATS	5
IV-1. RÉSULTATS BRUTS	5
IV-2. RÉPÉTITIVITÉ.....	6
IV-3. CLASSEMENT	6
V- ANALYSE	6
V-1. EFFICACITÉ DES CASQUES	6
V-2. EXPOSITION AU BRUIT D'IMPACT.....	7
V-3. PROBLÉMATIQUE DES LUNETTES.....	8
VI- CONCLUSION	8
VI.1- RÉSULTATS PRINCIPAUX	8
VI.2- RÉGLEMENTATION ET EXPOSITION DES TIREURS.....	9
VII- BIBLIOGRAPHIE	9

I. Problématique

Suite à une étude antérieure effectuée par le GAUS, une méthodologie a été mise en place pour évaluer l'efficacité des casques de protection auditive. De plus, l'étude avait conclu sur le fait qu'un traitement acoustique de la salle de tir n'apportait qu'une réduction marginale (1 à 2 dB) au tireur à cause de la prépondérance du champ direct. C'est pourquoi il est important que les tireurs portent un casque le plus efficace possible, d'où la nécessité d'évaluer cette efficacité pour un certain nombre de casques couramment utilisés sur les pas de tir.

II. Objectif

Le but de cette étude est d'évaluer l'efficacité d'un échantillonnage de casques anti-bruit pour le tir suivant la méthode établie dans l'étude précédente [1] et améliorée afin de permettre un choix éclairé du meilleur casque pour les utilisateurs.

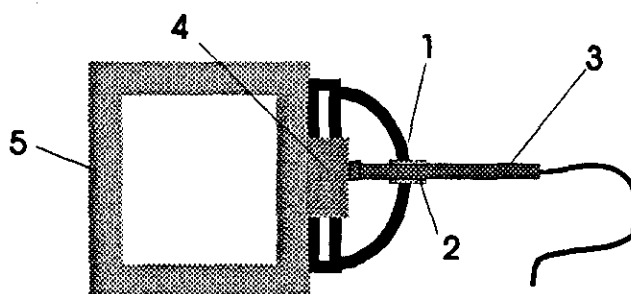
III. Méthodologie

La méthodologie reprend donc celle mise en place précédemment.

III-1. Méthode de mesure: une nouvelle approche

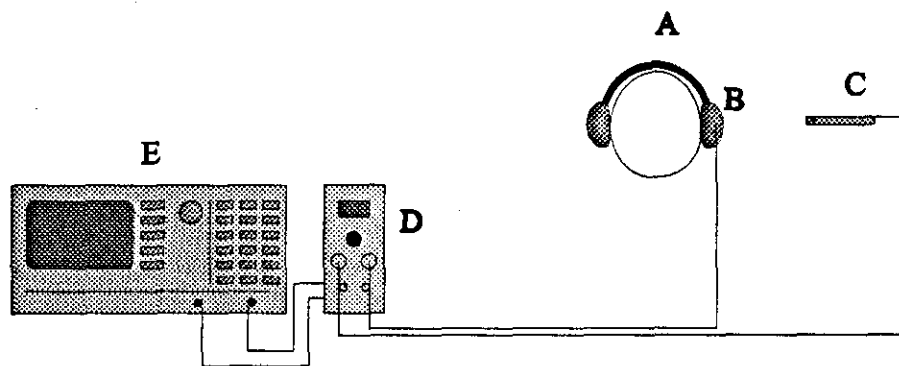
Auparavant, le microphone intérieur était fixé au travers des oreillettes du casque par un trou percé dans la mousse. Cette configuration altère l'étanchéité du casque et ne permet pas de positionner le microphone avec précision.

Dans cette étude, un système de fixation visant à régler ces deux problèmes a été conçu. Ce système est le suivant:



- 1- Trou conique
- 2- Adaptateur à filet conique ajusté au diamètre du microphone
- 3- Microphone
- 4- Cale de positionnement du microphone
- 5- Boîte en bois

Le microphone glisse dans l'adaptateur qui est rigidement relié au casque par le filetage. Le maintien du microphone est assuré par l'ajustement serré de l'adaptateur et l'étanchéité est conservée par le filet de type conique. Le casque est installé sur une boîte de bois faisant la largeur inter auriculaire. Une cale en bois de $\frac{1}{2}$ " sert de butée pour le positionnement précis et répétitif du microphone.



- A: Casque testé
- B: Microphone $\frac{1}{4}$ " B&K type 4135 inséré dans la coquille au travers du joint
- C: Microphone $\frac{1}{4}$ " Larson Davis à impacts placé à 20 cm du casque
- D: Amplificateur pour microphone B&K type 2804
- E: Analyseur FFT HP 35665A

Le montage expérimental est très restreint de manière à éviter les délais de réaction des appareils. Les deux microphones sont reliés à une alimentation directement branchée aux deux entrées d'un analyseur FFT bi-voie dont le seul rôle est d'enregistrer les signaux temporels à très hautes vitesses.

Ces signaux sont ensuite sauves sous forme de fichiers sur disquette pour traitement ultérieurs.

Les mesures sont effectuées dans la chambre semi-anéchoïque au laboratoire du GAUS.

Les impacts sont provoqués par les armes et les munitions réellement utilisées par les policiers.

III-2. Détermination de l'efficacité des casques

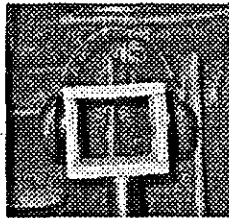
Les niveaux de bruit intérieur et extérieur au casque sont les niveaux de valeurs crêtes (dB crêtes) conformément à la réglementation provinciale sur la qualité du milieu de travail [2]. On a aussi déterminé le niveau d'exposition intégré sur une seconde (SEL) qui quantifie l'énergie acoustique reçu par le tireur[3].

L'efficacité des casques est évaluée par différence entre le niveau à l'extérieur et le niveau à l'intérieur. On procédera à 3 essais (trois tirs) pour chaque casque, avec et sans lunettes dont on fera la moyenne.

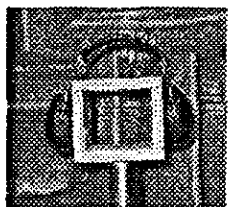
La détermination des valeurs crêtes se fait par lecture directe de la valeur maximale et la valeur minimale en Pascal lues sur la trace temporelle. La détermination de la valeur énergétique se fait en calculant la transformée de Fourier du signal temporel et sommation de toutes les bandes avec un filtre de dB(A).

III-3. Casques testés

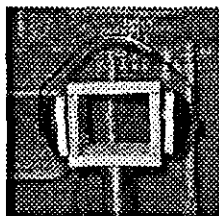
Les casques sélectionnés pour la série de tests sont les suivants:



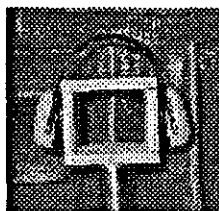
Oris Modèle militaire



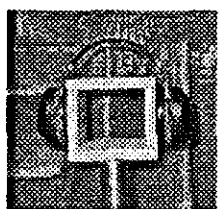
Peltor 7H



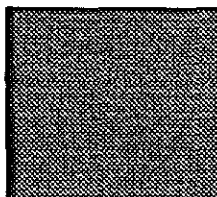
Bilson Viking 29



Oris Phantom



Peltor Twin Cup



Oris Intruder (Photographie non disponible)

III-4. Armes, munitions et lunettes

Les armes utilisées sont:

- Smith & Wesson Canon de 2 pouces Numéro série: 5D07266
- Ruger, 357 Magnum Canon de 4 pouces Numéro série: 172 03934

Les munitions utilisées sont:

- Balles 38 spécial pour Smith & Wesson
- Balles Winchester 180 grains SXT pour Ruger
- Balles Remington 125 grains 357 Golden Silver pour Ruger

Les essais comparatifs des casques ont été réalisés avec le Ruger et les balles 180 grains. Les autres armes et munitions ont servi à des essais supplémentaires.

Les lunettes utilisées sont:

- Malibu Clearback modèle 13 313

IV. Résultats

IV-1. Résultats bruts

En valeurs crêtes:

Le tableau suivant donne les résultats obtenus après calcul des moyennes:

		Smith&Wesson Balle 38 sp.			Ruger Balle 180 grains			Ruger Balle 125 grains								
		ext. en Pa	int. en dB	efficacité en dB	ext. en Pa	int. en dB	efficacité en dB	ext. en Pa	int. en dB	efficacité en dB						
Oris phantom	avec lunettes				5159	91	168.2	133.2		-35.0						
	sans lunettes				5110	84	168.1	132.4		-35.7						
Oris intruder	avec lunettes				5589	190	168.9	139.5		-29.4						
	sans lunettes				5497	187	168.8	139.4		-29.4						
Oris "Armée"	avec lunettes				5152	197	168.2	139.9		-28.4						
	sans lunettes				5639	216	169.0	140.7		-28.3						
Peltor twin cup	avec lunettes	2729	49	162.7	127.8	-34.9	4838	99	167.7	133.9	-33.8	3971	58	166.0	129.3	-36.7
	sans lunettes	2996	43	163.5	126.6	-36.9	5348	85	168.5	132.6	-36.0	4249	61	166.5	129.6	-36.9
Peltor 7H	avec lunettes				5519	61	168.8	129.6		-39.2						
	sans lunettes				5552	42	168.9	126.5		-42.4						
Bilsom viking 29	avec lunettes				4770	71	167.6	131.0		-36.5						
	sans lunettes				4548	62	167.1	129.8		-37.3						

En valeurs énergétiques pour une seconde d'exposition (SEL) en dB(A):

		Smith et Wesson Balle 38 spécial			Ruger 357 magnum Balle 180 grains			Ruger 357 magnum Balle 125 grains		
		dB(A)			dB(A)			dB(A)		
		Ext.	Int.	Reduc.	Ext.	Int.	Reduc.	Ext.	Int.	Reduc.
Oris phantom	Avec lunettes				126.1	96.0	30.1			
	Sans lunettes				125.9	93.7	32.2			
Oris intruder	Avec lunettes				125.8	99.1	26.7			
	Sans lunettes				126.3	99.0	27.3			
Oris "Armée"	Avec lunettes				125.7	101.4	24.3			
	Sans lunettes				126.2	101.0	25.1			
Peltor twin cup	Avec lunettes	121.2	88.3	32.9	125.6	94.9	30.8	123.3	91.3	31.9
	Sans lunettes	121.5	86.6	34.9	124.5	92.3	32.1	124.1	89.7	34.4
Peltor 7H	Avec lunettes				126.0	92.0	34.1			
	Sans lunettes				127.0	89.7	37.3			
Bilsom viking 29	Avec lunettes				124.9	93.6	31.4			
	Sans lunettes				124.7	89.7	35.0			

IV-2. Répétitivité

Malgré le fait que nous ayons à faire à des bruits impulsionnels la **répétitivité des essais est excellente**. On note, par exemple sur les 36 tirs au Ruger avec la balle 180 grains, un écart type de 1.1 dB.

Sur les trois tirs correspondant à chaque essais, l'écart est du même ordre que se soit à l'intérieur ou à l'extérieur du casque.

IV-3. Classement

Le classement par efficacité en prenant les résultats calculés sur les valeurs crêtes est:

<i>Avec lunettes</i>		<i>Sans lunettes</i>	
Peltor 7H	39.2 dB	Peltor 7H	42.4 dB
Bilsom Viking 29	36.5 dB	Bilsom Viking 29	37.3 dB
Oris Phantom	35.0 dB	Peltor Twin Cup	36.0 dB
Peltor Twin Cup	33.8 dB	Oris Phantom	35.7 dB
Oris Intruder	29.4 dB	Oris Intruder	29.4 dB
Oris militaire	28.4 dB	Oris militaire	28.3 dB

Le classement par efficacité avec les valeurs SEL en dB(A) est:

<i>Avec lunettes</i>		<i>Sans lunettes</i>	
Peltor 7H	34.1 dB	Peltor 7H	37.3 dB
Bilsom Viking 29	31.4 dB	Bilsom Viking 29	35.0 dB
Peltor Twin Cup	30.8 dB	Oris Phantom	32.2 dB
Oris Phantom	30.1 dB	Peltor Twin Cup	32.1 dB
Oris Intruder	26.7 dB	Oris Intruder	27.3 dB
Oris militaire	24.3 dB	Oris militaire	25.1 dB

V- Analyse

V-1. Efficacité des casques

Les classements par dB crête ou par SEL en dB(A) sont presque identiques (sauf l'inversion entre le Peltor Twin Cup et le Oris Phantom telle qu'indiquée dans le tableau)

Il est difficile d'expliquer pourquoi un casque est plus efficace qu'un autre. Dans les faits, le casque qui semblait le mieux conçu, soit le Peltor Twin Cup (double coquille, matériaux absorbants le plus épais, ...) n'est pas le plus efficace.

- *Le meilleur*

On retrouve en tête le Peltor 7H qui ressemble au Peltor Twin Cup (même forme) mais qui est simple coquille et comprend moins de matériaux absorbants. Néanmoins, le matériau plastique qui forme la coquille est beaucoup plus rigide que celui des autres casques. Ce protecteur domine nettement les autres surtout sans lunettes (plus de 5 dB d'écart avec le second).

- *Les bons*

Les trois casques suivants (Bilsom Viking 29, Oris Phantom et Peltor Twin Cup) présentent des efficacités presque équivalentes (variation de 1.6 à 2.7 dB) de l'ordre de 35 dB. Notons la bonne performance du très classique Bilsom Viking 29. Le choix entre ces casques est donc à la discrétion des utilisateurs (confort, poids, prix,...)

- *À déconseiller*

Les deux derniers casques (Oris Intruder et militaire) sont les moins efficaces du groupe. Les niveaux à l'intérieur de ces casques avoisinent 140 dB qui est la limite maximale permise par la réglementation. Ces casques sont donc à déconseiller pour le tir.

V-2. Exposition au bruit d'impact

- *Selon le Règlement sur la qualité du milieu du travail [3]*

L'exposition au bruit d'impact est réglementée en fonction du nombre d'impacts permis par rapport aux niveaux de valeurs crêtes en dB linéaires de ces impacts (voir article 48 de [2]).

Si on considère que le tireur ne porte aucun casque, le nombre autorisé de tirs est nul, car tous les niveaux correspondants au bruit d'explosion des balles dépassent 140 dB. Avec un casque de qualité moyenne (efficacité de 35 dB) et une balle générant 166 dB (Ruger et balle 125 grains), le niveau dans le casque est de 131 dB, le nombre d'impacts autorisé est de 794 pour 8 heures.

- *Niveaux équivalents*

Notons que les niveaux SEL sont moins élevés dans la salle anéchoïque du laboratoire du GAUS que sur le pas de tir comme dans les références [1] et [3].

Il semble donc que les niveaux SEL issus de calculs [présente étude] ou de mesures [1] et [3] et relevés dans des conditions différentes donnent des résultats difficilement comparables, ce qui n'est pas le cas des niveaux crêtes.

Pour caractériser l'arme, la balle ou le casque, il est donc préférable d'utiliser les niveaux crêtes qui sont peu sensibles aux conditions de mesures.

V-3. Problématique des lunettes

Le port des lunettes dégrade peu l'efficacité des casques à part pour les Peltor 7H et Twin Cup dont l'efficacité est sensiblement réduite (3.2 et 2.2 dB respectivement).

Enfin, si on regarde les essais supplémentaires réalisés avec le Peltor Twin Cup et les autres armes et munitions, on s'aperçoit que ce casque possède une efficacité à peu près identique sans lunettes quelque soit l'arme. Avec les lunettes, il y a une variation allant jusqu'à 2.9 dB. Ces différences d'efficacité sont donc attribuables à la variation dans la position des lunettes.

VI- Conclusion

VI.1- Résultats principaux

- Les niveaux de bruit en dB crête pour les différentes armes sont :

Smith & Wesson + balle 38 spécial :	163 dB
Ruger + balle 180 grains :	168 dB
Ruger + balle 125 grains :	166 dB

- Le classement par efficacité des casques avec et sans lunettes est le suivant (en se basant sur les dB crêtes).

<i>Avec lunettes</i>		<i>Sans lunettes</i>	
Peltor 7H	39.2 dB	Peltor 7H	42.4 dB
Bilsom Viking 29	36.5 dB	Bilsom Viking 29	37.3 dB
Oris Phantom	35.0 dB	Peltor Twin Cup	36.0 dB
Peltor Twin Cup	33.8 dB	Oris Phantom	35.7 dB
Oris Intruder	29.4 dB	Oris Intruder	29.4 dB
Oris militaire	28.4 dB	Oris militaire	28.3 dB

- Les lunettes dégradent sensiblement l'efficacité de 3 dB maximum

VI.2- Réglementation et exposition des tireurs

- Si un casque de qualité moyenne (efficacité d'environ 35 dB) est porté lors des séances d'entraînement, le nombre de coups de feu autorisé par le Règlement sur la Qualité du Milieu du Travail est aux alentours de 800 à 1000 pour 8 heures.
- Le niveau de valeur crête (dB crête) est un meilleur indicateur pour caractériser les armes, les balles et les casques.

VII- Bibliographie

[1] : J. Nicolas et P. Labrecque, « Étude 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 de séances d'entraînement », Rapport Final, novembre 1994

[2] : Règlement sur la qualité du milieu du travail, Section VIII, S-2.1, r.15

[3] : M. Lalonde et P. Fortier, « Bruit d'armes à feu : Évaluation de l'exposition des policiers dans une salle de tir », Travail et Santé, mars 1995