

Ototoxicité de substances industrielles seules ou en présence de bruit**

Carbone, monoxyde de

A. Vyskocil^{1*}, T. Leroux³, G. Truchon², F. Lemay¹, F. Gagnon¹, M. Gendron³, S. Botez¹, N. El Majidi¹, A. Boudjerida¹, S. Lim¹, C. Émond¹, C. Viau¹

Introduction

Il y a de plus en plus de preuves épidémiologiques que l'exposition à certains solvants, métaux, agents asphyxiants et autres substances est associée chez l'homme à un risque de perte auditive. Par contre, l'interaction des substances chimiques et du bruit est peu étudiée. Ce projet a été entrepris pour développer une base de données toxicologiques, à partir de la littérature primaire, qui permette l'identification des substances ototoxiques et des substances interagissant avec le bruit dans l'environnement de travail. Les données toxicologiques critiques ont été compilées pour les substances chimiques incluses dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail du Québec.

Méthodes

Les données n'ont été évaluées que pour des concentrations d'exposition réalistes correspondant au maximum à la valeur limite d'exposition de courte durée ou à la valeur plafond ou à 5 fois la valeur limite d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures (VEMP) chez l'humain ou jusqu'à 100 fois la VEMP ou la valeur plafond pour des études effectuées chez l'animal.

On a tenu compte des paramètres suivants : le nombre d'études et pour chaque étude, l'espèce étudiée, le nombre de sujets ou d'animaux, la voie d'exposition, les caractéristiques des groupes témoins, les niveaux d'exposition, les tests audiométriques et statistiques utilisés, la relation dose-effet et lorsque disponibles, les mécanismes d'action.

Les informations obtenues à partir des études chez l'animal et chez l'humain ont été examinées en utilisant une approche systématique basée sur la valeur probante. D'abord, pour chaque substance, la valeur probante des études chez les humains et chez les animaux concernant l'ototoxicité ou l'interaction avec le bruit a été déterminée en utilisant un des qualificatifs suivants: «solide», «moyenne», «faible», «aucune» et «aucune étude trouvée». Notons qu'une valeur probante «aucune» ne doit pas être considérée comme la preuve qu'une substance n'est pas ototoxique ou qu'elle n'interagit pas avec le bruit.

Le tableau 1 indique comment, pour chaque substance, ces informations ont été combinées pour en arriver à une évaluation globale du potentiel d'ototoxicité et d'interaction avec le bruit. Les données humaines ont généralement reçu un plus grand poids que les données animales dans l'évaluation globale. Par exemple, une valeur probante « solide » des expériences faites avec des animaux combinée à une absence de preuves des études humaines donne une valeur probante globale « moyenne ».

Pour ce qui est de la conclusion finale concernant l'ototoxicité des substances ou leur interaction avec le bruit, aux substances dont la valeur probante globale est «solide», on attribue le qualificatif «ototoxique» ou «interaction démontrée». Celles dont la valeur probante globale est «moyenne» sont qualifiées de «peut-être ototoxiques» ou de «interaction possible». Lorsque la valeur probante globale est «faible», nous avons statué «non concluant». Finalement, pour les substances dont la valeur probante était «aucune», nous avons assigné la mention «aucune preuve» de l'ototoxicité ou selon le cas, d'une interaction avec le bruit.

* Auteur correspondant : adolf.vyskocil@umontreal.ca

** La réalisation de ce document s'est faite dans le cadre d'une étude subventionnée par l' IRSST (projets 99-542 et 99-745)

¹ Institut de recherche en santé publique de l'Université de Montréal. Département de santé environnementale et de santé au travail, Université de Montréal.

² Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), Montréal

³ École d'orthophonie et d'audiologie, Université de Montréal

Tableau 1. Estimation de l'ototoxicité de substances industrielles et de leur interaction avec le bruit basée sur la valeur probante des études

Valeur probante des études			Conclusion sur l'ototoxicité	Conclusion sur l'interaction avec le bruit
Études chez l'humain	Études chez l'animal	Globale		
S	S	S	O	I
S	M	S	O	I
S	F	S	O	I
S	A	S	O	I
S	X	S	O	I
M	S	S	O	I
M	M	M	PO	IP
M	F	M	PO	IP
M	A	M	PO	IP
M	X	M	PO	IP
F	S	M	PO	IP
F	M	F	NC	NC
F	F	F	NC	NC
F	A	F	NC	NC
F	X	F	NC	NC
A	S	M	PO	IP
A	M	F	NC	NC
A	F	F	NC	NC
A	A	A	AP	AP
A	X	A	AP	AP
X	S	M	PO	IP
X	M	F	NC	NC
X	F	F	NC	NC
X	A	A	AP	AP
X	X	X	X	X

Indication de l'ototoxicité ou de l'interaction avec le bruit:

S = solide, M = moyenne, F = faible, A = aucune, X = aucune étude trouvée

Conclusion sur l'ototoxicité:

O=substance ototoxique, PO=substance possiblement ototoxique, NC=non concluant, AP=aucune preuve, X=aucune documentation

Conclusion sur l'interaction avec le bruit

I=interaction démontrée, IP=interaction possible, NC=non concluant, AP=aucune preuve, X=aucune documentation

Abréviations

VEMP : Valeur [limite] d'exposition moyenne pondérée sur 8 h au Québec

D-VEMP : Dose inhalée, calculée pour une ventilation pulmonaire de 10 m³/d et un poids corporel de 70 kg

PLAFOND : Valeur [limite] plafond au Québec

D-PLAFOND : Dose inhalée, calculée pour une ventilation pulmonaire de 10 m³/d et un poids corporel de 70 kg

VECD : Valeur [limite] d'exposition de courte durée au Québec

C/D rapportée : Concentration ou dose rapportée

CSU/DSU : Concentration rapportée exprimée en mg/m³ or dose rapportée exprimée en mg/kg/d

Ratio : Pour la concentration : CSU/VEMP ou CSU/PLAFOND et pour la dose, DSU/D-VEMP ou DSU/D-PLAFOND

MMA : Méthode de mesurage dans l'air

BM : Résultats de la mesure d'un biomarqueur

MMB : Méthode de mesurage du bruit

NB : Niveaux de bruits

SPL : Niveau de pression sonore (Sound Pressure Level)

Carbone, monoxyde de

Valeurs d'exposition admissibles du Québec: VEMP: 40 mg/m³ (35 ppm). VECD: 230 mg/m³ (200 ppm)

Conclusion concernant l'ototoxicité aucune preuve	Valeur probante Études humaines: aucune étude trouvée Études animales: aucune Globale: aucune
Conclusion concernant l'interaction avec le bruit interaction possible	Valeur probante Études humaines: aucune étude trouvée Études animales: solide Globale: moyenne

Ototoxicité - ANALYSE DES ÉTUDES HUMAINES

Aucune étude n'a été identifiée.

Ototoxicité - ANALYSE DES ÉTUDES ANIMALES

Chez le rat, les résultats de 10 études ont montré que l'exposition par inhalation au monoxyde de carbone n'était pas ototoxique. Toutes ces études sauf une ont été réalisées dans le même laboratoire. Les rats ont été exposés à des concentrations de monoxyde de carbone pouvant atteindre 1500 ppm sur une durée d'exposition intermittente variant entre 3.5 heures et 13 semaines. Les auteurs ont utilisé l'électrocochléographie, le test des potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral, l'audiométrie par enregistrement de réflexe et la microscopie optique.

Interaction avec le bruit - ANALYSE DES ÉTUDES HUMAINES

Aucune étude n'a été identifiée.

Interaction avec le bruit - ANALYSE DES ÉTUDES ANIMALES

Dix-huit études chez le rat ont été évaluées. Toutes les études ont été réalisées dans le même laboratoire. Des rats Long Evans ont été exposés jusqu'à 1500 ppm de monoxyde de carbone (CO) et l'intensité de bruit a varié entre 95 et 115 dB. Le niveau de bruit utilisé a été conçu pour induire une atteinte auditive. Il n'est donc pas possible de tirer une conclusion concernant des niveaux de bruit plus bas. La durée des expositions intermittentes a varié entre 4.5 heures et 13 jours. Les auteurs ont employé l'électrocochléographie, l'audiométrie par modification de réflexe, les émissions otoacoustiques par produits de distorsion (ÉOAPD), l'électrocochléographie et la microscopie optique. Une potentialisation de la perte auditive due au bruit par le CO a été observée dans toutes les études. Le mécanisme proposé est la génération d'espèces réactives de l'oxygène qui causent un stress oxydatif, lequel endommage la cochlée (Pouyatos 2008). Les décalages du seuil auditif ont été observés à toutes les fréquences, mais les effets les plus importants ont été vus aux fréquences les plus élevées. Les cellules ciliaires externes se sont avérées particulièrement vulnérables (Fechter 1988). La potentialisation n'augmente pas avec l'augmentation du niveau de bruit (Rao 2000a) ou avec la durée d'exposition (Fechter 2000a, Fechter 2000b). On a observé un LOAEL de 500 ppm pour cette potentialisation chez le rat (Fechter 1989, Chen 1999a, Fechter 2000a, Fechter 2000b).

Discussion

Aucune étude humaine n'a été identifiée. Les 10 études animales menées chez le rat n'ont montré aucun effet ototoxique associé à l'exposition au monoxyde de carbone seul. Cependant, une potentialisation de la perte auditive due au bruit par le monoxyde de carbone a été trouvée dans 18 études chez le rat. D'autres études avec des données suffisantes sur l'exposition des travailleurs au monoxyde de carbone sont nécessaires pour en arriver à une conclusion définitive au sujet de l'interaction avec le bruit. En l'absence d'études humaines, nous ne pouvons conclure quant à l'ototoxicité du monoxyde de carbone. Toutefois, les résultats des études animales nous amènent à considérer le monoxyde de carbone comme un potentialisateur possible d'une perte auditive due au bruit.

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5, 7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4 - 7

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 8 h; Bruit : 8 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB et 115 dB ; Bruit de bande d'octave à 1.2-2.4 kHz ; 2.4-4.8 kHz ; 4.8-9.6 kHz et 9.6-19.2 kHz

Remarques : Bruit de fond : 40 dB(A)

Exposition au bruit a commencé 1.5 heures après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Son pur à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

Son pur continu pour le PM et bouffées tonales pour le PAC

- Exposition au bruit de haute fréquence (9.6-19.2 kHz) à 100 dB ou au bruit de basse fréquence (2.4-4.8 kHz) à 115 dB de bruit + CO a induit une plus grande augmentation des seuils du potentiel d'action composite (PAC) et de la courbe iso-amplitude du potentiel microphonique cochléaire (PMC) que l'exposition au bruit seul
- Exposition au CO + bruit en haute fréquence (9.6-19.2 kHz) induit une plus grande élévation du PAC, surtout dans la région des hautes et moyennes fréquences, que l'exposition au CO + bruit en basses fréquences
- Seuils du PMC et du PAC n'étaient pas affectés par l'exposition au monoxyde de carbone seul

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition (1 à 2 semaines dans certains cas)

Mécanisme d'action

Potentialisation peut être due à la réduction de la capacité des cellules de réparer des dommages induits par le bruit par le monoxyde de carbone

Conclusion des auteurs

Monoxyde de carbone potentialise de manière significative la vulnérabilité du système auditif à toutes les fréquences de bruit

Notre conclusion

Monoxyde de carbone potentialise de manière significative la vulnérabilité du système auditif à toutes les fréquences de bruit

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4 - 7

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 8 h; Bruit : 8 h - voir remarques

C/D rapportée : 300, 500, 700, 1200 et 1500 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 8.6 - 42.9

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB ; Bruit bande d'octave à 9.6-19.2 kHz

Remarques : Bruit de fond : 40 dB(A)

Exposition au bruit a commencé 1.5 heures après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Son pur à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

Sonpur continu pour le PMC et bouffées tonales pour le PAC

- Augmentation du seuil du PAC et de l'amplitude du PMC était plus grande après l'exposition combinée au bruit et au monoxyde de carbone qu'au bruit seul si la concentration était de 500 ppm et plus

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition (1 à 2 semaines dans certains cas)

Mécanisme d'action

Potentialisation peut être due à la réduction de la capacité des cellules de réparer des dommages induits par le bruit par le monoxyde de carbone

Conclusion des auteurs

Présence du monoxyde de carbone augmente de manière significative la vulnérabilité du système auditif

Notre conclusion

LOAEL de potentialisation est de 500 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4 - 7

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 8 h; Bruit : 8 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB Bruit bande d'octave à 9.6-19.2 kHz

Remarques : Bruit de fond : 40 dB(A)

Exposition au bruit a commencé 1.5 heures après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Sons purs à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz.

Son continu pour le PMC et bouffées tonales pour le PAC

- Récupération partielle de la perte auditive induite par le bruit seul
- Pas de récupération de la perte auditive provoquée par l'exposition combinée au CO+bruit

- Test effectué 1, 2 et 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action

Potentialisation peut être due à la réduction de la capacité des cellules de réparer des dommages induits par le bruit par le monoxyde de carbone

Conclusion des auteurs

Présence du monoxyde de carbone augmente de manière significative la vulnérabilité du système auditif

Notre conclusion

Récupération graduelle et partielle de la perte auditive induite par le bruit seul, mais pas lors de l'exposition combinée

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4 - 7

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 9.5 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : 40 dB(A)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)Son à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz
Son continu pour le PMC et bouffées tonales pour le PAC

- Les seuils du potentiel microphonique cochléaire (PMC) et du potentiel d'action composite (PAC) n'étaient pas affectés par l'exposition au monoxyde de carbone seul

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Les seuils du potentiel microphonique et du potentiel d'action composite n'étaient pas affectés par l'exposition au monoxyde de carbone seul

Notre conclusion

Le monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents chez les rats exposés à 1200 ppm

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4 - 6

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 3 - 5 h selon le cycle d'exposition au bruit; Bruit : 2 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Pour l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Bruit intermittent avec des cycles de bruit de 67 % (1 heure bruit - 1 heure silence - 1 heure bruit), de 50 % (40 minutes bruit - 1 heure silence - 40 minutes bruit - 1 heure silence - 40 minutes bruit) et de 40 % (30 minutes bruit - 1 heure de silence - 30 minutes bruit - 1 heure silence - 30 minutes bruit - 1 heure silence - 30 minutes bruit)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

- Perte auditive permanente résultant du bruit seul était moins grave à mesure que la proportion de périodes de silence augmentait
- Monoxyde de carbone seul n'a pas causé une augmentation du seuil du potentiel d'action composite (PAC)
- Contrairement à l'exposition au bruit seul, la période de repos entre les périodes de bruit ne protège pas l'oreille contre des dommages induits par le bruit en présence du monoxyde de carbone
- Mesure de la courbe iso-amplitude du potentiel microphonique cochléaire (PMC) a donné des résultats similaires à ceux observés en mesurant le seuil du PAC

Sons purs pour le PM et bouffées tonales pour le PAC à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Microscopie optique

- Animaux exposés au cycle de 40 % de bruit seul n'ont pas montré de perte de cellules ciliées externes (CCE)
- Perte des CCEs dans la région des hautes fréquences chez des rats exposés au bruit + monoxyde de carbone

- Histologie effectuée 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Augmentation du seuil du PAC après l'exposition combinée au bruit et au monoxyde de carbone était plus importante que celle après l'exposition au bruit seul

Notre conclusion

Potentialisation de la perte auditive induite par le bruit intermittent en présence de 1200 ppm de monoxyde de carbone chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4 - 6

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 4.5 - 6.5 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques :

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Sons purs pour le PM et bouffées tonales pour le PAC à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Le monoxyde de carbone seul n'a pas causé une augmentation du seuil du potentiel d'action composite (PAC)

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Le monoxyde de carbone seul n'a pas causé d'augmentation du seuil du potentiel d'action composite à 1200 ppm chez le rat

Notre conclusion

Le monoxyde de carbone seul n'a pas causé d'augmentation du seuil du potentiel d'action composite à 1200 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 2 - 6

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 h; Bruit : 2 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Pour l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

- Bruit seul : augmentation du seuil du potentiel d'action composite (PAC)
- Bruit + monoxyde de carbone : augmentation plus importante du seuil du PAC

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Microscopie optique

- Bruit seul : diminution de l'activité de la succinate deshydrogénase (SDH) dans les cellules ciliées internes.
- Bruit seul : aucune ou peu de perte des cellules ciliées.
- Bruit + monoxyde de carbone : diminution plus sévère de l'activité de la SDH dans les cellules ciliées internes.
- Bruit + monoxyde de carbone : perte des cellules ciliées externes

- Histologie effectuée 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

À travers toutes les fréquences testées, ni la perte de cellules ciliaires ni la réduction de la succinate deshydrogénase n'ont eu la bonne corrélation avec la réduction de la sensibilité auditive

Notre conclusion

Potentialisation de l'effet du bruit sur le système auditif par 1200 ppm de monoxyde de carbone chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5, 7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 3 - 6

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 h; Bruit : 2 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : 50 dB(A)

Dans l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Exposition au monoxyde de carbone seul n'a pas causé une augmentation des seuils du potentiel d'action composite (PAC)
- Groupe exposé au bruit avec l'injection de la solution physiologique avait des seuils du PAC plus élevés en comparaison avec le groupe témoin (solution physiologique seulement)
- Groupe de solution physiologique + bruit + monoxyde de carbone avait des seuils du PAC plus élevés que le groupe de saline + bruit

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Microscopie optique

- Perte de cellules ciliées, dans la partie basale de la cochlée, chez les rats exposés au bruit et au monoxyde de carbone est différente des rats témoins

- Histologie effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Exposition combinée au bruit et au monoxyde de carbone induit une plus grande augmentation des seuils auditifs que l'exposition au bruit seul

Notre conclusion

Monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents. Potentialisation de la perte auditive par l'exposition au monoxyde de carbone et au bruit

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 3 - 6

Sexe : Non rapporté

Âge : 2 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 3.5 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : 50 dB(A)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Exposition au monoxyde de carbone seul n'a pas causé une augmentation des seuils du potentiel d'action composite comparativement au groupe témoin

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Exposition au monoxyde de carbone seul n'a pas causé une augmentation des seuils du potentiel d'action composite

Notre conclusion

Monoxyde de carbone seul ne produit pas d'effets auditifs permanents à 1200 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 2 - 4

Sexe : Males

Âge : NR

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 h; Bruit : 2 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 105 dB(A)

Remarques : Bruit de fond : 40 - 50 dB(A)

Dans l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Audiométrie par modification de réflexe

- CO seul : aucun décalage dans les seuils auditifs
- Bruit seul : décalages minimaux (non significatifs) des seuils
- CO + bruit : perte significative de sensibilité auditive après l'exposition
- Perte la plus importante à la fréquence la plus élevée, 40 kHz ainsi qu'à 10 kHz
- Aucune évidence de rétablissement de sensibilité auditive parmi les sujets exposés au CO et au bruit, examinés entre 6 et 8 semaines après l'exposition

Bouffées tonales entre 2.5 - 40 kHz

- Test effectué 2 à 8 semaines après la fin de l'exposition

Microscopie optique

- CO seul : Aucune perte de cellules ciliées
- Bruit seul : perte de cellules ciliées dans la partie basale extrême de l'organe de Corti
- Bruit + CO : une plus grande perte de cellules ciliées internes et externes que l'exposition au bruit seul

- Histologie effectuée 6 à 8 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action

Hypoxie et l'hyperoxie peuvent jouer un rôle important dans des conditions d'exposition au bruit, renforçant le dommage induit par le bruit

Conclusion des auteurs

Le bruit et le monoxyde de carbone présentés seuls n'ont produit aucun décalage significatif des seuils mais lorsque présentés simultanément, ils peuvent occasionner des décalages significatifs. Potentialisation des dommages induits par le bruit en présence de l'hypoxie. Vulnérabilité des seuils en hautes fréquences

Notre conclusion

Potentialisation des dommages induits par le bruit en présence du monoxyde de carbone chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 2 - 4

Sexe : Males

Âge : NR

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 3.5 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : 40 - 50 dB(A)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Audiométrie par modification de réflexe

- - Monoxyde de carbone seul n'a montré aucun décalage dans les seuils auditifs
- Bruit seul a montré les décalages minimaux (non significatifs) des seuils

Bouffées tonales entre 2.5 - 40 kHz

- Test effectué 2 à 8 semaines après la fin de l'exposition

Microscopie optique

- Exposition au monoxyde de carbone seul n'a pas produit de perte de cellules ciliées

- Histologie effectuée 6 à 8 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Le monoxyde de carbone n'a produit aucun décalage discernable du seuil

Notre conclusion

Le monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents à 1200 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4 - 5

Sexe : Males

Âge : NR

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 h; Bruit : 2 h

C/D rapportée : 250, 500 et 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 7.1 - 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 105 dB(A)

Remarques : Pour l'exposition combinée, 90 minutes de l'exposition au monoxyde de carbone ont précédé le début de l'exposition au bruit

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Audiométrie par modification de réflexe

- Aucune perte auditive après l'exposition au bruit seulement.
- Sujets exposés à 250 ppm de monoxyde de carbone + bruit n'ont pas montré une perte dans la sensibilité auditive.
- Perte significative dans la sensibilité auditive suivant l'exposition combinée au bruit et à 500 ou 1200 ppm de monoxyde de carbone

Son pur à 10 kHz et 40 kHz

- Test effectué une semaine après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Potentialisation de la perte auditive induite par le bruit chez le rat en présence de 500 ppm monoxyde de carbone

Notre conclusion

LOAEL de potentialisation de l'effet ototoxique est de 500 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 8 h; Bruit : 8 h - voir remarques

C/D rapportée : 300, 500, 700, 1200 et 1500 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 8.6 - 42.9

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB(A)

Pour l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Augmentation des seuils du potentiel d'action composite (PAC) à mesure que la concentration du monoxyde de carbone augmente aux fréquences élevées (24, 30 et 35 kHz) et moyennes (12, 16 et 20 kHz)
- Élévation des seuils du PAC induite par l'exposition à 500 ppm de monoxyde de carbone et plus significativement différente de celle du groupe exposé au bruit seul

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Augmentation linéaire de la potentialisation observée quand les concentrations du monoxyde de carbone ont augmenté en présence du bruit. Augmentation statistiquement significative des seuils auditifs avec l'exposition à 500 ppm de monoxyde de carbone et plus

Notre conclusion

LOAEL de 500 ppm pour la potentialisation de l'effet ototoxique

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5, 7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 - 4 h; Bruit : 2 - 4 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 95 et 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB(A)

Exposition à un niveau de bruit de 95 and 100 dB pendant 2 heures ou 100 dB pendant 4 heures

Pour l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- À 100 dB SPL pendant 2 heures, une potentialiation de l'effet du bruit par le monoxyde de carbone a été observée en hautes fréquences, avec une augmentation de seuil de 20 dB au-dessus des seuils enregistrés pour le bruit seul
- Augmentation de la durée à 4 heures ne semble pas augmenter l'effet de la potentialisation

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Potentialisation de la perte auditive induite par le bruit en présence du monoxyde de carbone n'augmente pas avec l'augmentation de la sévérité de l'exposition au bruit. Le décalage permanent des seuils dû au bruit seul augmente avec une plus grande exposition au bruit, mais il n'y a aucun effet de potentialisation supplémentaire dû au monoxyde de carbone quand l'exposition au bruit excède 100 dB pendant 2 heures

Notre conclusion

Potentialisation de la perte auditive induite par le bruit en présence du monoxyde de carbone n'augmente pas avec l'augmentation de la durée de l'exposition au bruit

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 3, 4 et 5 h dépendant du cycle de bruit; Bruit : 2 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB(A)

Pour l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

2 heures d'exposition au bruit avec les périodes de repos variant de 60 à 240 minutes (2 cycles de bruit de 60 minutes + repos de 60 minutes; 3 cycles de bruit de 40 minutes + repos de 60 minutes; 4 cycles de bruit de 30 minutes + repos de 60 minutes)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Décalage du seuil auditif a augmenté pour des sujets exposés au bruit seul avec la diminution du nombre et la durée de périodes de repos diminuaient
- Décalage des seuils observé pour l'exposition au monoxyde de carbone + bruit est demeuré relativement stable pour tous les cycles de bruit
- Aucune évidence que l'exposition au monoxyde de carbone seul peut produire des décalages permanents de seuils

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Décalage des seuils auditifs observé pour l'exposition au monoxyde de carbone + bruit est demeuré relativement stable pour les durées différentes de repos

Notre conclusion

Décalage des seuils auditifs observé pour l'exposition au monoxyde de carbone + bruit est demeuré relativement stable pour les durées différentes de repos

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 4.5 - 6.5 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : 50 dB(A)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Aucune évidence que l'exposition au monoxyde de carbone seul peut produire des décalages permanents du seuil auditif

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Aucune évidence que l'exposition au monoxyde de carbone seul peut produire des décalages permanents du seuil auditif chez le rat

Notre conclusion

Aucune évidence que l'exposition au monoxyde de carbone seul à 1200 ppm peut produire des décalages permanents du seuil auditif chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 8

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 8 h; Bruit : 8 h - voir remarques

C/D rapportée : 300, 500, 700, 1200 et 1500 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 8.6 - 42.6

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB(A)

Exposition au bruit a commencé 1.5 heures après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

- Exposition au monoxyde de carbone seul à 1200 ppm n'affecte pas la fonction auditive
- Potentialisation limitée à 300 ppm mais notable à 500 ppm avec une élévation des seuils PAC de 5-10 dB comparativement à ceux du groupe exposé au bruit seul à des niveaux de 700 ppm et au-delà, l'effet semble plus défini
- Potentialisation de la perte auditive due au bruit par le monoxyde de carbone observée à 1500 ppm ; une augmentation des seuils PAC de 30 dB par rapport au bruit seul a été notée

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Potentialisation de l'effet du bruit par le monoxyde de carbone augmente linéairement avec la concentration de monoxyde de carbone qui augmente entre 500 et 1500 ppm. La NOAEL est de 300 ppm et la LOAEL est de 500 ppm

Notre conclusion

Potentialisation du bruit par le monoxyde de carbone. La NOAEL est de 300 ppm et la LOAEL est de 500 ppm

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 h à 4 h; Bruit : 2 h à 4 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 95 et 100 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB(A)

Exposition au bruit a commencé 1.5 heures après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

- À 100 dB SPL pendant 2 heures, une potentialisation de la perte auditive reliée au bruit par le monoxyde de carbone a été observée en hautes fréquences, avec une augmentation de seuil de 30 dB au-dessus des seuils enregistrés pour le bruit seul
- Augmentation de la durée à 4 heures ne semble pas augmenter l'effet de la potentialisation

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Relation entre le niveau d'exposition au bruit et la potentialisation de la perte auditive due au bruit par le monoxyde de carbone n'est pas linéaire. L'exposition modérée de 2 heures à 100 dB démontre le plus grand effet de potentialisation

Notre conclusion

Potentialisation de la perte auditive due au bruit par le monoxyde de carbone n'augmente pas avec la durée de l'exposition au bruit

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h/d + 2 h/d; Bruit : 2 h/d; 5 d

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 95 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centrée sur 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB(A)

Exposition au bruit a commencé 1.5 heures après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

- Exposition répétée au monoxyde de carbone seul n'a pas d'effet sur le seuil du PACf
- Seuils du PAC chez des rats exposés au monoxyde de carbone + bruit est d'environ 5 dB au-dessus de ceux observés chez les rats exposés au bruit seul dans les fréquences égales ou inférieures à 8 kHz. Au-delà de 8 kHz, la potentialisation de 10 et 15 dB correspond à des seuils supérieurs à ceux des rats exposés au bruit seul

Sons purs à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Potentialisation de la perte auditive induite par l'exposition répétée à un bruit de 95 SPL dB par 1200 ppm de monoxyde de carbone

Notre conclusion

Potentialisation de la perte auditive induite par l'exposition répétée à un bruit de 95 dB SPL par 1200 ppm de monoxyde de carbone

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 8

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 9.5 h

C/D rapportée : 300, 500, 700, 1200 et 1500 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 8.6 - 42.6

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB(A)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

• Exposition seule au monoxyde de carbone de 1200 ppm n'affecte pas la fonction auditive

• Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Exposition au monoxyde de carbone seul de 1200 ppm n'affecte pas la fonction auditive

Notre conclusion

Monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents à 1200 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4

Sexe : Males

Âge : 2 - 3 mois

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 3.5 h/d; 5 d

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : < 50 dB

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Sons purs à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

• Exposition répétée au monoxyde de carbone seul n'a pas d'effet sur le seuil auditif

• Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Une exposition répétée au monoxyde de carbone seul n'a pas d'effet sur le seuil auditif

Notre conclusion

Monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents à 1200 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Fisher 344

: 12

Sexe : Males et femelles

Âge : 16 semaines

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 6 h/d; 5 d/sem.; 13 sem.

C/D rapportée : 135 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 3.9

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques :

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral

• Aucun effet

Clicks

• Tests effectués 65 heures ou plus suivant la fin de l'exposition

Potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral

• Aucun effet

Bouffées tonales à 10 et 30 kHz

• Tests effectués 65 heures ou plus suivant la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Aucune altération persistante du système nerveux central chez les rats après une exposition subchronique

Notre conclusion

Aucun effet chez les rats à 135 ppm de monoxyde de carbone pendant 13 semaines

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5, 7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: C = 8; E1 = 10; E2 = 12

Sexe : Males

Âge : 7-8 semaines

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 3.5 h/d, 2 d; Bruit : 2 h/d; 2 d

C/D rapportée : E1 = 0 ppm; E2 = 800 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 22.9

MMA :

BM :

MMB :

NB : 105 dB SPL ; Bruit de bande d'octave centré sur 8 kHz

Remarques : L'exposition au CO a commencé 1.5 h avant l'exposition au bruit

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Émissions otoacoustiques par produits de distorsion (ÉOAPD)

De 2.9 à 56.3 kHz (moyenne géométrique)

L1 = 65 dB

L2 = 55 dB

Ratio f2/f1 = 1.25

- Une heure après l'exposition, les amplitudes des ÉOAPD étaient très réduites entre 5.5 et 58.8 kHz(f2) pour tous les groupes
- 1 semaine après l'exposition, le groupe exposé au bruit seulement a présenté une amélioration substantielle des amplitudes des ÉOAPD à toutes les fréquences atteintes
- 1 et 4 semaines après exposition, les rats exposés au CO + bruit ont présenté en moyenne des réductions persistantes d'amplitudes de ÉOAPD de 15 dB entre 5.5 et 58.8 kHz(f2) et de 30 dB entre 8.0 et 20.0 kHz(f2)

- Test effectué 1 semaine, 1 mois et 4 mois après l'exposition

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Les animaux exposés au bruit uniquement avaient des seuils du PAC légèrement plus élevés que ceux des sujets du groupe contrôle (<15 dB entre 8.0 et 16.0 kHz)
- Les seuils du PAC des animaux ayant reçu du CO + bruit étaient significativement augmentés de 27 dB en moyenne entre 8.0 et 40.0 kHz comparativement à ceux du groupe contrôle

- Test effectué 4 semaines après exposition

Microscopie optique

- Les animaux exposés uniquement au bruit ont présenté quelques dommages à la partie extrême du tour basal de la cochlée, correspondant à des fréquences au-dessus de 40.0 kHz
- Les animaux exposés au CO + bruit ont présenté des dommages allant au-delà du tour basal de l'organe de Corti,, correspondant à une plage de fréquences de 25.0 à 60.0 kHz

- Test effectué 4 semaines après l'exposition

Mécanisme d'action

Génération d'espèces réactives de l'oxygène qui endommagent la cochlée

Conclusion des auteurs

Le stress oxydatif est probablement la cause de la potentialisation par le CO de la perte d'audition induite par le bruit

Notre conclusion

Le stress oxydatif est prbablement la cause de la potentialisation par le CO de la perte d'audition induite par le bruit

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5, 7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Non rapporté

Âge : NR

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 1, 2 et 4 h selon le niveau de bruit - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 95, 100 et 105 dB SPL

Remarques : Bruit de fond : 50 dB(A)

Animaux exposés à 95 dB SPL pendant 4 heures, 100 dB SPL pendant 2 heures et 105 dB SPL pendant 1 ou 4 heures

Dans l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Potentiel d'action composite (PAC) des rats exposés au monoxyde de carbone (CO) est semblable à celui des témoins
- Aucune augmentation significative du PAC des rats exposés au bruit de 95 dB + CO en comparaison avec celui des rats exposés au bruit seul
- Seuils auditifs des rats exposés au bruit de 100 dB ou de 105 dB + CO étaient différents de manière significative de ceux des rats exposés au bruit seul pour toutes les fréquences
- Effet de saturation maximum pour des expositions combinées peut exister
- Effet de l'exposition combinée dépend du niveau de bruit et non de la durée de l'exposition au CO

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

En général, les augmentations des seuils auditifs étaient plus grandes après l'exposition combinée au bruit et au monoxyde de carbone qu'après le bruit seul. La potentialisation n'augmente pas avec une hausse de la sévérité du bruit

Notre conclusion

En général, les augmentations des seuils auditifs étaient plus grandes après l'exposition combinée au bruit et au monoxyde de carbone qu'après le bruit seul. La potentialisation n'augmente pas avec une hausse du niveau de bruit

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Non rapporté

Âge : NR

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 5.5 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : 50 dB(A)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Bouffées tonales à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- Les seuils du potentiel d'action composite chez les rats exposés au monoxyde de carbone sont semblables à ceux du groupe témoin

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Les seuils du potentiel d'action composite chez les rats exposés au monoxyde de carbone sont semblables à ceux des rats exposés à l'air (témoins)

Notre conclusion

Le monoxyde de carbone seul ne produit pas d'effets auditifs permanents à 1200 ppm chez le rat

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 6

Sexe : Males

Âge : 6 - 8 semaines

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 h; Bruit : 2 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 100 dB SPL ; Bruit bande d'octave avec une fréquence centrale de 13.6 kHz

Remarques : Bruit de fond : 40 dB(A)

Dans l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Électrocochléographie (Potentiel d'action composite : PAC)

Sons purs pour le PM et bouffées tonales pour le PAC à 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 35 et 40 kHz

- - Bruit + monoxyde de carbone démontrent une plus grande augmentation du seuil de potentiel d'action composite (PAC) (24 dB) que des rats exposés au bruit seul (9 dB).
- Effets du bruit + monoxyde de carbone et du bruit seul sur le potentiel microphonique (PM) sont plus petits que ceux sur les PAC.
- Augmentation du PM due au bruit seul n'était pas significative

- Test effectué 4 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action

Effet ototoxique du à l'exposition au bruit et au monoxyde de carbone est possible par l'intermédiaire des radicaux libres, qui sont produits pendant l'hypoxie causée par le monoxyde de carbone ou par le stress oxydatif

Conclusion des auteurs

Potentialisation de la perte auditive due au bruit par le monoxyde de carbone

Notre conclusion

Potentialisation de la perte auditive due au bruit par le monoxyde de carbone chez des rats exposés à 1200 ppm de monoxyde de carbone

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4

Sexe : Males

Âge : NR

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : CO : 1.5 h + 2 h; Bruit : 2 h - voir remarques

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB : 110 dB(A) ; Bruit de bande large

Remarques : Bruit de fond : 40 - 50 dB(A)

Dans l'exposition combinée, l'exposition au bruit a commencé 90 minutes après le début de l'exposition au monoxyde de carbone

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Audiométrie par modification de réflexe

Bouffées tonales à 10 et 40 kHz

- Performance des sujets exposés au monoxyde de carbone est tout à fait semblable à celle des sujets témoins
- Sujets exposés seulement au bruit montrent une atteinte maximale pour des stimuli de 10 kHz
- Sujets exposés au bruit + monoxyde de carbone montrent une plus grande atteinte auditive, quantitativement et qualitativement. Les dommages étaient plus importants à 40 kHz qu'à 10 kHz

- Test effectué 1 et 3 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action

Dommages auditifs induits par le bruit ne reflèteraient peut-être pas le trauma mécanique direct à l'organe de Corti mais une rupture du processus métabolique cochléaire normal. La circulation sanguine diminuée à la cochlée ou une oxygénation réduite (hypoxie) causent une réduction du métabolisme oxydatif qui pouvait expliquer les atteintes cochléaires

Conclusion des auteurs

Monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents. Il y a une potentialisation de la perte auditive due à l'exposition au bruit et au monoxyde de carbone, surtout en hautes fréquences

Notre conclusion

Monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents. Potentialisation de la perte auditive par l'exposition au monoxyde de carbone et au bruit

Monoxyde de carbone**Carbone, monoxyde de**• VEMP : 35 ppm | 40 mg/m³

D-VEMP : 5,7 mg/kg/d

Population

Espèce : Rat Long Evans

: 4

Sexe : Males

Âge : NR

Exposition

Voie : Inhalation

Durée : 3.5 h

C/D rapportée : 1200 ppm

CSU/DSU :

Ratio : 34.2

MMA :

BM :

MMB :

NB :

Remarques : Bruit de fond : 40 - 50 dB(A)

Tests**Type de test**

• Effets rapportés

Précisions sur le test

• Remarques

Audiométrie par modification de réflexe

Bouffées tonales à 10 et 40 kHz

- Performance des sujets exposés au monoxyde de carbone est tout à fait similaire à celle des sujets témoins

- Test effectué 1 et 3 semaines après la fin de l'exposition

Mécanisme d'action**Conclusion des auteurs**

Le monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents

Notre conclusion

Le monoxyde de carbone seul ne produit pas des effets auditifs permanents à 1200 ppm chez le rat

BIBLIOGRAPHIE

- Chen 1999a** Chen, G.D., et al. (1999) Potentiation of octave-band noise induced auditory impairment by carbon monoxide. *Hear Res.* 132(1-2): 149-59.
- Chen 1999b** Chen, G.D., et al. (1999) Intermittent noise-induced hearing loss and the influence of carbon monoxide. *Hear Res.* 138(1-2): 181-91.
- Chen 2000** Chen, G.D., et al. (2000) Succinate dehydrogenase (SDH) activity in hair cells: a correlate for permanent threshold elevations. *Hear Res.* 145(1-2): 91-100.
- Chen 2001** Chen, G.D., et al. (2001) NMDA receptor blockage protects against permanent noise-induced hearing loss but not its potentiation by carbon monoxide. *Hear Res.* 154(1-2): 108-15.
- Fechter 1988** Fechter, L.D., et al. (1988) Potentiation of noise induced threshold shifts and hair cell loss by carbon monoxide. *Hear Res.* 34(1): 39-47.
- Fechter 1989** Fechter, L. (1989) A mechanistic basis for interactions between noise and chemical exposure. *Arch Complex Environ Studies.* 1(1): 23-28.
- Fechter 2000a** Fechter, L.D., et al. (2000) Characterising conditions that favour potentiation of noise induced hearing loss by chemical asphyxiants. *Noise Health.* 3(9): 11-21.
- Fechter 2000b** Fechter, L.D., et al. (2000) Predicting exposure conditions that facilitate the potentiation of noise-induced hearing loss by carbon monoxide. *Toxicol Sci.* 58(2): 315-23.
- Mattsson 1990** Mattsson, J.L., et al. (1990) Neurotoxicologic evaluation of rats after 13 weeks of inhalation exposure to dichloromethane or carbon monoxide. *Pharmacol Biochem Behav.* 36(3): 671-81.
- Pouyatos 2008** Pouyatos, B., et al. (2008). Lipoic acid and 6-formylpterin reduce potentiation of noise-induced hearing loss by carbon monoxide: Preliminary investigation. *J Rehabil Res Dev,* 45(7), 1053-1064.
- Rao 2000a** Rao, D.B., et al. (2000) Increased noise severity limits potentiation of noise induced hearing loss by carbon monoxide. *Hear Res.* 150(1-2): 206-14.
- Rao 2000b** Rao, D., et al. (2000) Protective effects of phenyl-N-tert-butyl nitron on the potentiation of noise-induced hearing loss by carbon monoxide. *Toxicol Appl Pharmacol.* 167(2): 125-31.
- Young 1987** Young, J.S., et al. (1987) Carbon monoxide exposure potentiates high-frequency auditory threshold shifts induced by noise. *Hear Res.* 26(1): 37-43.