

Healthy
Environments and
Consumer Safety

Santé
environnementale
et sécurité des
consommateurs

Le formaldéhyde dans l'air intérieur : sources, niveaux d'exposition et effets sur la santé

Nicolas Gilbert, Santé Canada

Canada

HECS - SESC

Plan

- Introduction
- Sources
- Concentrations
- Effets sur la santé
 - Effets aigus
 - Effets chroniques autres que le cancer
 - Cancer
- Conclusion

Qu'est-ce que le formaldéhyde ?

- À la température de la pièce : gaz
- Formule chimique : $\text{CH}_2=\text{O}$
- Réactif
- Irritant

Les lignes directrices concernant la qualité de l'air des résidences

- Développées par le Comité fédéral-provincial sur l'hygiène du milieu et du travail (CHMT)
- Publiées en 1987
- Pour le formaldéhyde :
 - Niveau d'action : 100 ppb ~ 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Niveau cible : 50 ppb ~ 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Pourquoi réévaluer les lignes directrices ?

- Plusieurs études épidémiologiques et toxicologiques publiées après 1987
- Études épidémiologiques publiées après 1990 supérieures aux précédentes, notamment en ce qui concerne l'évaluation de l'exposition
- Le formaldéhyde a été déclaré "toxique" en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) en 2001

Sources dans l'environnement intérieur

- Combustion
 - Foyers et poêles à bois
 - Fumée de tabac
- Émissions gazeuses
 - Produits de bois pressé (panneaux d'agglomérés, contreplaqué, MDF)
 - Vernis et peintures
 - * Diminuent avec le temps

Concentrations dans les maisons au Canada

- Peu d'études récentes
- Faible taille d'échantillons
- Concentrations : 2.5 à 107.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Moyennes
 - Maisons avec fumeurs : 30-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Maison sans fumeur : 22-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Effets sur la santé : études de toxicité aiguë et sous-chronique

- Modèles : rongeurs
- Études de toxicité par inhalation
 - Aiguë : généralement 6 h/j pour <1 semaine
 - Sous-chronique : généralement 6 h/j pour 1-6 semaines
- Effets histopathologiques dans la cavité nasale : hyperplasie, métaplasie, inflammation, etc.
- Seuils généralement indépendants de la durée d'exposition
 - NOAEL : 1.2 mg/m^3 (1 ppm)
 - LOAEL : 3.7 mg/m^3 (3 ppm)

Effets sur la santé : études toxicologiques à court et moyen terme (suite)

- Souris exposés à 0 ou 2 mg/m³ 6 h/j pendant 10 jours ou 7 semaines puis sensibilisés à l'ovalbumine (Tarkowski et Gorski 1995)
 - Anticorps IgE anti-ovalbumines significativement augmentés chez les souris exposées pendant 10 j
- Cobayes exposés à 0, 160 ou 310 µg/m³ pendant 5 jours, puis sensibilisés par inhalation à l'ovalbumine (Riedel et al. 1996)
 - Obstruction bronchique chez 10/12 animaux exposés à 310 µg/m³ vs 3/12 témoins (p<0.01)

Effets sur la santé : études de toxicité chronique

- Deux études majeures chez le rat et la souris (Kerns et al. 1983; Monticello et al. 1996)
- Exposition chronique : 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 2 ans
- Grand nombre d'animaux : 90 à 150 par niveau d'exposition
- Aucune tumeur dans la cavité nasale à des concentrations ≤ 2.4 mg/m³
- Incidence accrue de carcinomes de la cavité nasale à des concentrations ≥ 6.7 mg/m³

Effets sur la santé : études de toxicité chronique (suite)

- Mécanismes de toxicité non entièrement élucidés
- La régénération proliférative à la suite de dommages histopathologiques semble une « étape intermédiaire obligatoire »
- CIIT : modélisation dose-effet basée sur Monticello et al. (1998) en tenant compte des différences physiologiques entre le rat et l'humain
 - Risque de cancer associé à une exposition de 80 ans à $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de formaldéhyde: $<2.7 \times 10^{-8}$

Expositions contrôlées chez l'humain

- Plusieurs études
- Dans la plupart des études, une concentration de formaldéhyde (généralement entre 2 et $4 \text{ mg}/\text{m}^3$) comparée à une exposition-témoin
- Une seule étude (Kulle et al. 1993) comportant plusieurs niveaux d'exposition
- Effet le plus sensible: irritation des yeux
 - NOAEL : $0.615 \text{ mg}/\text{m}^3$ (0.5 ppm)
 - LOAEL : $1.230 \text{ mg}/\text{m}^3$ (1 ppm)

Études épidémiologiques : effets autres que le cancer

- Plusieurs études transversales et cas-témoin ont montré des effets respiratoires et allergiques à des niveaux généralement inférieurs à $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Diminution de la fonction respiratoire (Krzyanowski et al. 1990)
 - Symptômes respiratoires (Norback et al. 1995)
 - Diagnostic d'asthme (Smedje et al. 1997 ; Smedje et Norback 2001)
 - Visites à l'urgence occasionnée par l'asthme (Rumchev et al. 2002)
 - Sensibilisation allergique (Wantke et al. 1996, Garrett et al. 1999)
 - Inflammation (Franklin et al. 2000, Norback et al. 2000)

Études épidémiologiques : effets autres que le cancer (suite)

- Une seule étude (Rumchev et al. 2002) analysée de manière à caractériser la relation dose-effet
- Étude cas-témoin des visites à l'urgence reliées à l'asthme chez les enfants de 6 à 36 mois

Formaldéhyde	RC	IC 95%
<10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.00	
10-29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.98	0.82 - 1.10
30-49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.99	0.78 - 1.21
50-59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.22	0.89 - 1.62
60+ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.39	1.09 - 1.69

Études épidémiologiques : cancer

- Plusieurs études de cohorte et cas témoin ont démontré une association entre l'exposition professionnelle au formaldéhyde et le cancer des sinus ou le cancer du nasopharynx
- Cancers très rares
- Exposition élevées (groupe "non exposé") défini comme <300 ou $<600 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Exposition concomitante à d'autres cancérigènes (p.ex. poussière de bois) → synergie ?

Sommaire des effets

- Effets aigus : irritation des voies respiratoires supérieures et des yeux
 - Démonstré chez l'humain
 - Seuil : $615\text{-}1230 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Effets chroniques : sensibilisation allergique et symptômes respiratoires
 - Association chez l'humain (NOAEL : $50\text{-}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - Biologiquement plausible

Sommaire des effets (suite)

- Cancer
 - Associations chez les travailleurs exposés
 - Démontré chez les animaux → biologiquement plausible
 - Relation dose-effet semble non linéaire
 - Risque négligeable aux concentrations présentes dans les résidences

Conclusion

- Le formaldéhyde est omniprésent dans les maisons canadiennes
- Plusieurs sources (combustion et émissions gazeuses)
- L'exposition chronique au formaldéhyde pourrait être associées à un risque accru de problèmes respiratoires
- Le formaldéhyde est cancérigène mais le risque semble négligeable aux niveaux mesurés dans les maisons