

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Évaluation de la toxicité des incendies

Sumi, Kikuo; Tsuchiya, Yoshio

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/40001041>

*Digeste de la construction au Canada, 1978-10*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=21a26487-5c5c-4d3c-b555-4f1400078e32>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=21a26487-5c5c-4d3c-b555-4f1400078e32>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

# Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

**CBD 197F**

## Évaluation de la toxicité des incendies

Publié à l'origine en octobre 1978

Kikuo Sumi et Yoshio Tsuchiya

### Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Les statistiques relatives aux incendies révèlent que l'inhalation de produits en décomposition thermique (fumées, gaz et vapeurs) est la cause de la majorité des décès dus aux incendies. De nombreux nouveaux matériaux dégagent très rapidement des produits dangereux en décomposition et certains d'entre eux sont beaucoup plus toxiques que les produits émanés par des matériaux plus anciens. Leur utilisation accrue, dans la construction ainsi que dans la fabrication du mobilier a donné de l'ampleur au problème des produits toxiques émanant de la combustion. Le présent digest traite brièvement de deux types importants d'évaluation en laboratoire de la toxicité des incendies et de quelques problèmes rencontrés lors de l'élaboration de méthodes normalisées d'évaluation.

### Introduction

Des renseignements généraux sur les produits toxiques résultant de la combustion présentés dans un précédent digest (**CBD 144F**) sont résumés au tableau I. La fumée, les gaz et les vapeurs toxiques sont généralement présents en même temps lors des incendies, de sorte qu'il est difficile de déterminer dans quelle mesure ces deux types de produits de la combustion constituent un danger. Il est toutefois utile de les définir. La *fumée* se compose de particules matérielles, consistant en particules solides très fines et en vapeurs condensées. Elle constitue la majeure partie des produits de combustion visibles lors d'un incendie. Le *gaz* est un produit de combustion qui demeure à l'état gazeux même lorsqu'il est refroidi aux températures normales du bâtiment. La *vapeur* est un produit de combustion qui naît à l'état gazeux mais qui redevient solide ou liquide à des températures normales. Les vapeurs se condensent graduellement sur les surfaces froides à mesure qu'elles s'éloignent du feu.

### Tableau I. Principaux produits dangereux dégagés par les matériaux et effets nocifs généraux\* (\*Voir détails dans le Digest 144F)

Matériaux	Produits dangereux	Effets nocifs
-----------	--------------------	---------------

---

Bois et papier	Oxyde de carbone (CO)	Concentration dangereuse 4000 ppm d'air (30 mn)
Polystyrène	CO et styrène, mais présent en quantité inférieure	
Chlorure de polyvinyle (CPV)	HCl également corrosif CO	Dangereux même lors de courtes expositions 1000-2000 ppm
Plexiglas ou perspex	CO et méthylméthacrylate aussi toxique que le CO, mais produit en quantité inférieure	
Polyéthylène	CO	
Fibres d'acryliques Laine Nylon	Cyanure d'hydrogène (HCN) CO	120 - 150 ppm

Le principal danger causé par la fumée est la réduction de la visibilité; par ailleurs les gaz et les vapeurs toxiques ont un effet nocif sur les fonctions de l'organisme. La fumée peut empêcher les occupants de s'échapper d'un bâtiment en feu et les exposer plus longtemps aux effets nocifs des produits toxiques. Les gaz et les vapeurs toxiques peuvent causer la mort dépendamment de leur quantité, au bout d'un certain temps. Certains produits toxiques peuvent également immobiliser les occupants par leur effet d'irritation. Par exemple, de faibles concentrations d'acide chlorhydrique et d'ammoniaque causent une irritation directe des voies respiratoires et des yeux. Bien que les produits irritants peuvent avertir les occupants de la présence d'un incendie, ils peuvent dans certains cas empêcher les victimes de trouver une issue même avant que la fumée ne réduise la visibilité et ne les immobilise.

On a depuis longtemps reconnu le danger mortel associé aux produits de combustion toxiques et presque tous les services d'incendie modernes sont maintenant équipés d'appareils respiratoires. Le danger qui menace les occupants des bâtiments est également reconnu, mais jusqu'à maintenant on a jugé peu pratique de réduire ce risque en limitant l'utilisation des matériaux qui ont une forte propension à dégager des produits dangereux. Au cours des dernières années, divers nouveaux matériaux et en particulier les polymères synthétiques, s'utilisent de plus en plus dans les bâtiments et leur avènement a sensibilisé davantage les autorités en matière d'incendie vis-à-vis des produits toxiques de combustion. La difficulté d'évaluer les dangers possibles sont à l'origine de cette préoccupation croissante.

### **Études en laboratoire**

Actuellement, deux principaux genres d'études en laboratoire sur la toxicité des incendies sont en cours, il s'agit de l'analyse chimique des produits en décomposition et des essais biologiques sur les animaux. Les deux méthodes se complètent l'une et l'autre en contribuant à faire progresser l'information pertinente aux dangers toxiques des incendies.

#### *Analyses chimiques*

Les types et les quantités de gaz et de vapeurs toxiques émanant de la combustion dépendent des matériaux et des conditions de l'environnement. Certains produits toxiques sont déjà connus, d'autres peuvent souvent être identifiés à partir de la composition chimique et de la structure moléculaire des composés organiques.

Il est très difficile de faire une analyse détaillée des produits en décomposition provenant de matériaux synthétiques, car ces derniers se divisent en de nombreux composés. Par exemple l'analyse des produits de la cellulose obtenue par pyrolyse a révélé 175 composés organiques différents. C'est pourquoi le chercheur doit décider librement s'il y a lieu d'approfondir

l'analyse, et malgré les récents progrès des techniques d'analyse, le travail demeure toujours très long. A l'heure actuelle, les analyses ne peuvent pas suivre le rythme du développement de nouveaux matériaux organiques.

Il est nécessaire d'effectuer une analyse chimique complète afin d'identifier les produits toxiques peu communs, et ce genre d'analyse est généralement entrepris suivant la preuve que le matériau en question peut dégager des produits en décomposition très dangereux. Dans la majorité des applications pratiques cependant, ce genre d'analyse est inutile. Des essais sur quelques-uns des plus importants produits toxiques connus donnent souvent assez d'information. Certains composés tels que l'oxyde de carbone, l'acide chlorhydrique, le cyanure d'hydrogène, le dioxyde de soufre et les oxydes de nitrogène sont reconnus comme produits dangereux, certains autres, comme la vapeur et les carbures d'hydrogène, constituent un danger toxique minime ou inexistant. Il suffit généralement de décomposer les matériaux dans des conditions particulières et de déterminer les concentrations existantes de certains produits toxiques parmi les plus importants. D'après ces informations, il est possible d'obtenir une indication valable de la toxicité d'un mélange de produits. Voilà l'essence de la notion de coefficient de toxicité.<sup>1</sup>

#### *Expérience biologique*

Plusieurs pays, mais non le Canada pour le moment, évaluent la toxicité des matériaux en combustion en exposant de petits animaux tels que les souris et les rats à des produits en décomposition. De telles études comprennent à la fois la recherche poussée sur les effets des produits nocifs en décomposition sur l'organisme et de simples essais de dépistage sur les animaux afin d'évaluer la toxicité.

La toxicologie appliquée aux incendies est beaucoup moins avancée que beaucoup d'autres domaines de la toxicologie. Bien que des méthodes normalisées aient été mises au point pour évaluer la toxicité des agents de conservation des aliments, des drogues, des cosmétiques et des pesticides, aucune méthode normalisée n'existe encore pour analyser les produits de la combustion et de la pyrolyse dégagés par les matériaux. Les données expérimentales démontrent que la classification de la toxicité d'après des expériences biologiques diffère nettement selon les processus de décomposition, ce qui est bien compréhensible puisque l'influence des conditions expérimentales sur la classification des matériaux a été déterminante lors de l'étude d'autres caractéristiques des incendies telles que l'émission de chaleur, la propagation des flammes et la densité de la fumée. La mise au point d'un essai qui permet de classer les matériaux selon leur danger toxique dans des incendies réels est souhaitable mais ne semble pas réalisable actuellement. Le meilleur essai à réaliser dans l'immédiat, est un essai qui déterminera le danger de toxicité dans une ou plusieurs conditions particulières, en ne se fondant que très peu sur les incendies réels.

Une autre complication inhérente à la conception des essais de dépistage est le contrôle de la température et de la concentration d'oxygène auxquelles les animaux sont exposés. Il est important de s'assurer que l'essai détermine l'effet des produits toxiques seulement et que les complications engendrées par la hausse de température ou la réduction de la concentration d'oxygène sont éliminées. La meilleure façon de résoudre le problème est probablement d'isoler des animaux l'appareil qui dégage les produits de décomposition thermique. L'inconvénient de cette méthode est la perte possible d'éléments toxiques importants au cours du transfert des produits de combustion vers les animaux.

La mort ou l'incapacité sont deux conséquences des expériences qui consistent à exposer de petits rongeurs à des produits en décomposition et à observer leurs réactions. L'incapacité semble être une conséquence plus importante que la mort puisque la capacité de sauvetage en dépend. Les résultats expérimentaux sont souvent exprimés sur la base de LD<sub>50</sub> ou LC<sub>50</sub>, la dose ou la concentration de produits suffisant respectivement à tuer ou à rendre infirme 50% des animaux. Il existe diverses méthodes de prédire l'incapacité mais il reste encore à déterminer quelle est la meilleure.

#### **Comparaison des méthodes d'évaluation de la toxicité des incendies**

Le caractère pratique de la méthode chimique d'évaluation de la toxicité constitue son principal avantage. Tout laboratoire où s'effectuent des recherches sur les incendies doit être équipé pour reproduire les très nombreuses possibilités de conditions de l'environnement dans lesquelles les matériaux se décomposent lors d'incendies réels. Si les conditions peuvent être reproduites de façon exacte, les résultats peuvent être confirmés. Cette méthode détient la possibilité de réduire la quantité d'éléments spécifiques contenus dans différents produits. Par exemple, elle pourrait être utilisée afin de limiter la quantité de chlore ou de nitrogène dans les matériaux destinés à des fins particulières.

La méthode possède cependant des limites. Puisqu'on ne dispose pas de données toxicologiques sur de nombreux composés dégagés par les produits en décomposition thermique, il n'est pas toujours possible de déterminer rigoureusement la toxicité. Il est également impossible d'analyser tous les produits de combustion dégagés lors d'un incendie, et de petites quantités de produits extrêmement dangereux peuvent être négligées. L'effet des interactions entre les produits en décomposition constitue un autre facteur inconnu influençant la toxicité globale de produits.

Ces raisons justifient les essais sur les animaux, qui nécessitent des installations spéciales et l'avis d'experts en domaines connexes. Cette méthode d'essai permet de comparer tous les matériaux et d'étudier tous les composés toxiques dégagés dans des conditions particulières. On pourrait ainsi identifier les matériaux qui, au moment de la combustion, dégagent des produits en décomposition extrêmement dangereux et fournir la garantie qu'ils ne seront pas mis sur le marché. Il est cependant difficile de mettre au point une méthode de classification des matériaux par degré de toxicité par des essais sur les animaux.

### **Règlement sur la toxicité des incendies**

Au Canada, il n'existe pas de règlements qui limitent l'usage de matériaux dégageant de grandes quantités de produits toxiques en décomposition. Deux organismes sont toutefois appelés à jouer un rôle important dans tous les aspects des règlements sur la toxicité des incendies, soit le ministère de la Consommation et des Corporations et le Conseil national de recherches du Canada. Le premier a le pouvoir de retirer du marché toutes les marchandises jugées dangereuses pour la sécurité publique par la Loi sur les produits dangereux. Le dernier parraine les Comités associés du Code national du bâtiment et du Code national de préventions des incendies du Canada. Ces deux organismes veilleront à la promulgation de règlements sur la toxicité des incendies en cas de besoin et si une méthode convenable de détermination du danger devient disponible.

Aux États-Unis, le Uniform Building Code de 1976 et le BOCA Basic Building Code de 1975 comprennent des exigences sur la toxicité. A l'origine, l'exigence sur la toxicité du Uniform Building Code n'était appliquée qu'aux plastiques, mais son application s'est étendue à d'autres finis intérieurs pour les murs et les plafonds. Cette exigence spécifie que: «Les produits de combustion ne doivent pas être plus toxiques que les produits dégagés par le bois non traité lorsqu'il brûle dans des conditions similaires.» L'exigence du Code BOCA est semblable. Malheureusement, l'application des règlements des deux codes concernant la toxicité est limitée par l'absence d'une méthode d'essai normalisée pouvant servir à vérifier si un matériau satisfera aux exigences précisées.

Un nouveau règlement sur la toxicité limitant l'usage de certains matériaux et produits dans les établissements publics a été émis en France au mois de janvier 1977. Il est destiné à contrôler la production d'acide chlorhydrique (HCl) et de cyanure d'hydrogène (HCN) au cours des incendies dans les bâtiments en limitant l'usage de matériaux contenant du chlore et du nitrogène. Les règlements s'appliquent aux matériaux de décoration, aux rideaux, aux finis intérieurs des murs, des plafonds et des planchers, à l'ameublement fixe et aux éléments constituant les faux-plafonds. Ils ne s'appliquent pas aux matériaux isolants revêtus d'un écran thermique dont le fini a un degré de résistance d'au moins 15 minutes, à l'ameublement amovible ou aux installations électriques et téléphoniques.

Au Japon, l'usage des matériaux de construction est régi par la Loi sur le bâtiment. Certains matériaux destinés aux bâtiments à l'épreuve du feu doivent satisfaire aux exigences d'émission de chaleur, de densité de la fumée et de toxicité lors d'incendies avant d'être approuvés par le ministère de la Construction. Ce règlement sur la toxicité fait partie de la Loi sur le bâtiment depuis 1969, mais aucun essai n'est venu appuyer l'exigence avant avril 1977 au moment où un nouvel essai basé sur l'évaluation biologique a été adopté. Le matériau-éprouvette est chauffé dans un four et les produits en décomposition sont transférés dans une chambre de mélange avant d'être évacués dans une chambre d'essais pour animaux où l'on place des souris dans des cages rotatives individuelles. L'essai définit le temps d'incapacité comme étant le moment où le cobaye cesse de faire tourner la cage. L'essai précise que les produits de combustion dégagés par le matériau dans des conditions précises doivent être moins toxiques que les produits émanés par une planche de lauan rouge utilisée comme référence.

Les autorités sont limitées par l'absence d'une méthode normalisée reconnue pour évaluer le danger toxique des matériaux impliqués dans un incendie. Le Comité de toxicologie des incendies de l'Académie nationale des Sciences des États-Unis a révisé les méthodes d'étude de la toxicité des produits de combustion émanés par les polymères utilisés dans la construction d'aéronefs, de vaisseaux spéciaux et d'autres systèmes de transports.<sup>2</sup> Le Comité a remarqué qu'aucun essai de dépistage acceptable n'est couramment disponible pour évaluer la toxicité des produits émanant de la combustion ou de la pyrolyse des matériaux utilisés pour la fabrication des aéronefs; toutes les méthodes étudiées possèdent un ou plusieurs inconvénients. Le Comité a conclu en ces termes: «L'état actuel de nos connaissances sur la toxicologie des incendies laisse entrevoir une méthode d'essai normalisée pour les recherches sur les matériaux.»

L'Organisation internationale de Normalisation (ISO) s'est également intéressée au problème de l'élaboration de méthodes d'essais et de recommandations pour l'évaluation des dangers toxiques associés aux incendies. Un groupe de travail du Comité technique 92 sur les essais de résistance au feu des matériaux de construction et des éléments de charpente a fait une mise au point de la toxicologie de la combustion et a recommandé la création d'un Comité de l'ISO qui pourrait rédiger des normes adéquates. Cette recommandation a été acceptée par le CT 92 lors de la session plénière tenue en septembre 1977. Le Comité technique fut d'accord pour donner priorité à l'élaboration d'une méthode d'essai visant l'évaluation toxicologique des produits de combustion et l'identification des matériaux extrêmement toxiques en cas d'incendies.

### **Résumé**

Bien que des efforts considérables s'effectuent en vue de mettre au point des pratiques ou des méthodes normalisées d'évaluation de la toxicité des matériaux en cas d'incendies, aucune méthode normalisée n'a encore été acceptée. En attendant, il est difficile de faire des recommandations définies et d'établir des règlements concernant l'usage des matériaux qui dégagent une quantité importante de produits toxiques en décomposition.

### **Références**

1. Sumi, K. and Y. Tsuchiya. Evaluating toxicity of decomposition products from analytical data. Proceedings, International Symposium on Flammability and Fire Retardants 1976, p. 241.
2. Fire Toxicology: Methods for Evaluation of Toxicity of Pyrolysis and Combustion Products. National Academy of Sciences, Report No. 2, August 1977, 29 p.