

## LE POINT DES CONNAISSANCES SUR...

## ED 5032



© Philippe Renault/INRS

Récemment mis en cause dans la survenue de cancers nasopharyngés, le formaldéhyde a des utilisations extrêmement variées et il est rencontré dans de très nombreux secteurs professionnels. Citons, par exemple, l'industrie du bois, le milieu hospitalier, les industries textile ou agroalimentaire. De nombreuses sources naturelles et artificielles en produisent et le rendent omniprésent dans notre environnement. Il possède de fortes propriétés sensibilisantes et irritantes et les données disponibles indiquent que l'apparition des cancers nasopharyngés est liée à ses propriétés irritantes. La prévention des effets irritants semble donc essentielle.

Le formaldéhyde est notamment utilisé comme fixateur de tissus dans les laboratoires d'anatomie et cytologie pathologiques.

## Le formaldéhyde

### QU'EST-CE QUE LE FORMALDÉHYDE ?

Le formaldéhyde (n° CAS 50-00-0), également appelé méthanal ou aldéhyde formique, se présente à température ambiante sous forme d'un gaz incolore à odeur âcre et suffocante. Le seuil minimum de perception de cette odeur caractéristique est de 0,05 ppm et elle est détectée par la plupart des personnes autour de 1 ppm. Cet aldéhyde très réactif est facilement polymérisable. Il est très inflammable et peut former dans l'air des mélanges explosifs dans certaines limites de concentrations.

Il est commercialisé sous forme de solutions aqueuses (appelées formol) contenant généralement de 30 à 55 % en poids de formaldéhyde. Afin d'inhiber la polymérisation, les solutions concentrées sont stockées à chaud ou du méthanol est ajouté à une concentration variant de 0,5 à 15 % en poids.

Les solutions aqueuses de formaldéhyde possèdent un point d'éclair variant en fonction de leur composition (point d'éclair d'une solution à 37 % de formaldéhyde et 15 % de méthanol : 50°C ; point d'éclair d'une solution à 37 % de formaldéhyde sans méthanol : 83 °C). Leur pH est acide (pH variant, en fonction de la teneur en

méthanol, de 2,8 à 4 pour une solution à 37 % de formaldéhyde).

Le formaldéhyde est également commercialisé sous forme solide : sous forme de trimère appelé trioxane ou de polymère appelé paraformaldéhyde contenant de 8 à 100 unités de formaldéhyde.

### À QUOI SERT LE FORMALDÉHYDE ?

Les applications du formaldéhyde, tout comme les secteurs d'activités dans lesquels il est employé, sont extrêmement variés.

Il est notamment utilisé (selon les usages, sous forme de gaz, de solutions aqueuses ou au sein de préparations) dans les cas suivants.

■ Monomère dans la fabrication des résines aminoplastes (urée-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde), phénoplastes (phénol-formaldéhyde) et polyacétals.

Ces résines sont à leur tour utilisées, selon leur nature :

- dans le secteur du bois en tant qu'adhésifs ou liants pour la fabrication de panneaux de particules, de panneaux de fibres de moyenne densité, de contreplaqués, de charpentes ou de lamellé-collé...
- en fonderie comme liant dans la fabrication des noyaux et de certains moules,
- dans la construction pour la fabrication de matériaux d'isolation (mousses isolantes, liant pour panneaux ou nappes de fibres vitreuses artificielles),
- dans l'industrie de la finition textile (impression, apprêtage pour l'infroissabilité et l'ignifugation, ennoblissement),
- dans l'industrie du papier (fabrication de papier résistant à l'humidité, de papier couché...),
- dans la fabrication des matières ou poudres à mouler utilisées, par exemple, pour l'enrobage de composés électroniques,
- dans le secteur du cuir (apprêts et agents de tannage),
- dans la fabrication des produits abrasifs (meules, toiles, papiers...)...
- dans la fabrication de revêtements de surface (mélaminés, Formica®...),
- dans la fabrication des engrais retard...

■ Monomère dans la fabrication de résines fonctionnalisées :

- mélamine-formaldéhyde cationiques utilisées pour le traitement des eaux,
- mélamine-formaldéhyde ou naphthalène-formaldéhyde sulfonées utilisées comme dispersants-superplastifiants notamment pour bétons et plâtres.

■ Intermédiaire de synthèse de nombreuses substances chimiques comme l'éthylène-glycol, le 1,4-butanediol, le 4,4'-diisocyanate de diphenylméthane (MDI), l'hexaméthylène-tétramine, les agents séquestrants utilisés notamment dans les détergents tels que l'acide nitriloacétique (NTA) et l'acide éthylène-diaminotétracétique (EDTA)...

■ Biocide : désinfectant (bactéricide, fongicide, virucide, sporicide, actif contre les mycobactéries) en milieu hospitalier, dans l'industrie agroalimentaire et en milieu agricole ; agent de conservation dans les produits en émulsion aqueuse tels que les produits cosmétiques, certaines peintures, certaines huiles de coupe, mais aussi dans les détergents, en thanatopraxie (embaumement), en taxidermie...

■ Agent conservateur en nutrition animale (pour ensilages de fourrage frais et lait écrémé destiné aux porcelets).

■ Fixateur des tissus dans les laboratoires d'anatomie et cytologie pathologiques.

## SOURCES D'EXPOSITION

Le formaldéhyde est omniprésent dans l'environnement et résulte de processus naturels et artificiels.

Parmi **les sources naturelles** :

- l'oxydation photochimique des composés organiques volatils (COV) d'origine naturelle (méthane, isoprène...) dans la troposphère,
- le métabolisme de la majorité des organismes vivants qui en produit de faibles concentrations en tant qu'intermédiaire,
- l'émission par les bactéries, les algues, le plancton et la végétation,
- l'irradiation solaire des substances humiques présentes dans l'eau,
- la combustion de la biomasse (feux de forêts...),
- les premiers stades de décomposition des résidus végétaux dans le sol.

Il entre également dans la composition de médicaments, de produits de dentisterie et est employé comme inhibiteur de corrosion, agent de vulcanisation, agent réducteur pour la récupération de l'or et de l'argent, en analyse chimique...

## QUELS SONT LES DANGERS DU FORMALDÉHYDE POUR LA SANTÉ ?

Tout d'abord, le formaldéhyde est une substance naturellement présente en faible quantité dans l'organisme où elle est produite lors du métabolisme normal. En milieu professionnel, l'inhalation est la principale voie d'exposition à cette substance très volatile qui se dépose facilement dans les voies respiratoires, principalement dans leur partie supérieure. Le formaldéhyde étant fréquemment utilisé en solution, le contact cutané est également courant en milieu professionnel mais l'absorption cutanée est réduite.

Le formaldéhyde est une substance qui **réagit de façon rapide** et quasi complète avec les différents composants organiques des cellules avec lesquels il entre en contact, qu'il s'agisse de protéines, de lipides ou d'acides nucléiques (composants des chromosomes). Ceci explique la plupart, sinon tous les effets néfastes provoqués par cette molécule qui sont essentiellement des lésions locales au point de contact.

### Effets locaux

#### Effets irritants et corrosifs

Les solutions de formaldéhyde sont irritantes pour la peau et sévèrement irritantes pour les yeux. Les vapeurs provoquent une irritation sensorielle transitoire et réversible

Parmi **les sources artificielles** :

- toutes les formes de combustion qu'elles aient pour origine les incinérateurs de déchets, la cuisson des aliments, les centrales énergétiques, le chauffage des bâtiments, l'utilisation d'encens, le tabagisme...
- la combustion incomplète des carburants par les véhicules non équipés de pot catalytique,
- la production, l'utilisation, le stockage, le transport et l'élimination de la substance et des préparations en contenant,
- le relargage de produits tels que les panneaux de bois (meubles, planchers), les peintures, les tapis, les matériaux d'isolation, des produits de consommation variés...
- les libérateurs de formaldéhyde contenus dans certains médicaments, produits cosmétiques, fluides de coupe et peintures...
- la présence dans l'alimentation du fait de contaminations,
- l'oxydation photochimique des COV d'origine non naturelle.

des yeux et des voies respiratoires (nez et gorge). Ces effets sont ceux qui interviennent aux concentrations de formaldéhyde dans l'air les plus faibles. Une forte variabilité individuelle est observée dans la susceptibilité à ces effets et ils surviennent généralement à partir de 0,3 à 1 ppm, mais peuvent être ressentis dès 0,1 ppm.

■ Lors d'une **exposition massive**, l'irritation des voies aériennes supérieures (nez et gorge) ressentie le plus fréquemment à partir de 1 ppm s'aggrave au-delà de 4-5 ppm et s'accompagne alors d'une irritation de la trachée et des bronches.

Cette exposition ne peut généralement pas être tolérée de façon prolongée. À partir d'environ 10 ppm, la sévérité des symptômes provoque des difficultés respiratoires. Une exposition à plus de 50 ppm peut provoquer des lésions graves des voies respiratoires. Chez l'animal, à très forte dose (480 ppm pendant 4 heures), un œdème pulmonaire entraîne la mort de 50 % des rats.

Chez l'homme, des ulcérations sévères du système digestif ont été rapportées après ingestion d'une gorgée de formaldéhyde à 37 %.

■ De la même façon, pour des **expositions répétées**, les effets toxiques du formaldéhyde sont observés au site de contact. Par inhalation, des lésions des muqueuses nasales surviennent chez le rat à partir de 2 ppm. Leur sévérité et leur étendue augmentent aux doses plus élevées. Certaines études réalisées chez des groupes de travailleurs mentionnent une diminution des capacités pulmonaires, des lésions des muqueuses nasales et une association avec certains symptômes (toux, rhinite, douleur à la poitrine) mais ces résultats ne sont pas retrouvés dans d'autres analyses et, en raison d'exposition simultanée à d'autres substances, le lien avec le formaldéhyde n'est pas certain.

## Effets allergiques

Le formaldéhyde peut provoquer des **allergies cutanées**. Ces allergies sont déclenchées par un contact direct avec un produit contenant du formaldéhyde ou des matériaux en libérant, comme les résines à base de formaldéhyde. Lors du contact, le formaldéhyde se lie aux protéines qu'il rencontre et c'est ce produit qui déclenche le mécanisme allergique. Les allergies se manifestent généralement par un eczéma de contact localisé mais parfois également par des réactions généralisées (choc anaphylactique). Elles sont principalement d'origine domestique (contact avec des cosmétiques, produits ménagers, peintures). Néanmoins, des cas d'allergies cutanées professionnelles au formaldéhyde ont également été rapportés dans l'industrie du contreplaqué, du textile, chez le personnel de santé et les coiffeurs. Il est estimé que 3 à 6 % de la population sont sujets à cette allergie de contact qui peut se manifester chez les personnes sensibilisées à partir de concentrations en formaldéhyde de 30 à 60 ppm. Par ailleurs, les effets irritants des vapeurs de formaldéhyde sur les voies respiratoires sont suspectés de favoriser le développement d'asthme.

## Effets cancérogènes

De nombreuses études ont été menées sur l'apparition de cancers chez les travailleurs exposés. Elles montrent une augmentation des **cancers nasopharyngés** (malgré un très faible nombre de cas) dans un groupe de travailleurs américains employés dans des usines de production de formaldéhyde et suivis pendant 30 ans. Le lien entre l'exposition au formaldéhyde et l'apparition de ces cancers est confirmé par d'autres études chez l'homme et par l'observation de tumeurs nasales chez le rat exposé par inhalation. Les tumeurs sont observées à partir de 5 à 6 ppm chez le rat et les données expérimentales indiquent que leur survenue est secondaire à l'irritation chronique due au formaldéhyde dont les premiers signes sont observés à 2 ppm. La capacité du formaldéhyde à se lier à l'ADN et à endommager le matériel génétique (génétoxicité) au site de contact semble également intervenir dans le processus. Ces effets ne sont pas observés à des doses faibles pour lesquelles les lésions peuvent vraisemblablement être réparées. Mais à des doses plus fortes, l'irritation chronique induit une régénération cellulaire. Elle rend possible la fixation des lésions du matériel génétique qui seraient autrement réparées en l'absence de ce phénomène.

## Autres effets

En plus des effets au point de contact, d'autres effets sont signalés chez l'homme :



## LA RÉGLEMENTATION

### • Classification et étiquetage

Dans le cadre de la directive 67/548/CEE modifiée concernant la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses, les solutions aqueuses de formaldéhyde font l'objet d'une classification et d'un étiquetage harmonisés. Les solutions les plus concentrées sont actuellement classées **cancérogènes de catégorie 3, toxiques** par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion, **corrosives** et **sensibilisantes** par contact avec la peau.

Leur étiquetage est donc le suivant.



T - Toxique

**R 23/24/25** – Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.

**R 34** – Provoque des brûlures.

**R 40** – Effet cancérogène suspecté – preuves insuffisantes.

**R 43** – Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau.

**S 1/2\*** – Conserver sous clé et hors de la portée des enfants.

**S 26** – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.

**S 36/37/39** – Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux/du visage.

**S 45** – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

**S 51** – Utiliser seulement dans des zones bien ventilées

\* Ce conseil de prudence ne doit figurer de façon obligatoire sur l'étiquette que dans le cas de vente au grand public.

Des limites de concentration spécifiques sont fixées pour la détermination de la classification des solutions aqueuses de formaldéhyde et des autres préparations en contenant :

•  $C \geq 25\%$  : T ; R 23/24/25-34-40-43

•  $5\% \leq C < 25\%$  : Xn ; R 20/21/22-36/37/38-40-43

•  $1\% \leq C < 5\%$  : Xn ; R 40-43

•  $0,2\% \leq C < 1\%$  : Xi ; R 43

avec C : pourcentage en poids de formaldéhyde.

**Une proposition plus sévère de révision du classement cancérogène est en cours de discussion dans le groupe de travail européen.**

### • Mesures de prévention

Il appartient au chef d'établissement de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs (article L. 230-2 du code du travail). En raison du classement du formaldéhyde établi par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) dans le groupe 1 (agent cancérogène pour l'homme) et du nombre important de travailleurs potentiellement exposés au formaldéhyde, et dans l'attente d'une éventuelle révision de sa classification européenne, les autorités françaises ont décidé de soumettre les travaux exposant au formaldéhyde **aux règles particulières de prévention des risques d'exposition aux agents cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR) de catégorie 1 ou 2** à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2007.

Dans ce but, par arrêté du 13 juillet 2006 modifiant l'arrêté du 5 janvier 1993, les travaux exposant au formaldéhyde ont été ajoutés à la liste des procédés cancérogènes soumis à l'application de cette réglementation renforcée dont les dispositions figurent aux **articles R. 231-56 à R. 231-56-12 du code du travail**.

Une note de la Direction générale du travail, datée du 6 avril 2007, précise que sont concernés par cette réglementation renforcée les travaux exposant à des préparations contenant 0,1 % ou plus (en masse) de formaldéhyde, ainsi que les travaux exposant à des émanations de formaldéhyde au poste de travail, sans notion de seuil.

### • Valeurs limites d'exposition professionnelle

Le ministère chargé du Travail, par circulaire du 12 juillet 1993, a fixé la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) du formaldéhyde à **0,5 ppm** et la valeur limite d'exposition à court terme (VLCT) à **1 ppm**. **Des travaux sont actuellement en cours au niveau européen et pourraient aboutir à une révision de ces valeurs limites d'exposition professionnelle.**

### • Le tableau n° 43 des maladies professionnelles

du régime général de la Sécurité sociale et le tableau n° 28 du régime agricole répertorient les maladies dont l'observation peut être reliée à une exposition professionnelle au formaldéhyde et à ses polymères et donnant lieu à une indemnisation au titre des maladies professionnelles.

• Certaines utilisations du formaldéhyde entrent également dans le cadre de la **réglementation des produits biocides** (art. L. 522-1 à L. 522-18 du code de l'environnement et décret 2004-187 du 26 février 2004). L'emploi du formaldéhyde en tant que biocide ainsi que les préparations biocides concernées devront faire l'objet d'une autorisation de mise sur la marché.

• Le formaldéhyde fait l'objet de prescriptions réglementaires, notamment concernant sa teneur dans les produits cosmétiques et la concentration maximale présente dans l'air après installation d'une isolation de type mousse urée-formaldéhyde, dans des locaux à usage d'habitation ou destinés à une occupation humaine permanente ou semi-permanente.

- des symptômes de type fatigue, maux de tête, troubles du sommeil ont été rapportés chez une forte proportion de personnes vivant dans des mobile homes dans lesquels la concentration en formaldéhyde dépasse 0,3 ppm. D'autres effets neurologiques (vertiges, pertes d'équilibre, diminution de la dextérité, manque de concentration) ont été observés chez des techniciens de laboratoires d'histologie mais le formaldéhyde n'est pas clairement identifié comme à l'origine de ces effets ;

- certaines études chez l'homme ont aussi montré une augmentation des cas de leucémies, notamment chez des professionnels de laboratoires d'anatomie et de cytologie pathologiques et de services funéraires. Ce résultat n'a pas été retrouvé chez les travailleurs des usines de production et d'utilisation. Aussi, le lien avec l'exposition au formaldéhyde n'est pas établi.

Par ailleurs, en raison de la forte réactivité du formaldéhyde et de sa transformation rapide, une quantité négligeable de formaldéhyde libre est distribuée dans l'organisme et plusieurs études ont montré que l'exposition par inhalation à des doses modérées n'entraîne pas d'augmentation de la concentration sanguine normale en formaldéhyde. Cette observation met en doute la vraisemblance d'effets qui interviendraient à distance du site de contact.

## COMMENT PRÉVENIR LES RISQUES ?

Les effets cancérogènes du formaldéhyde observés chez l'homme (cancers du nasopharynx) semblent liés à ses effets irritants sur le système respiratoire. Il est donc nécessaire de se protéger de ces effets irritants. En conséquence, des mesures de prévention doivent être mises en œuvre afin de réduire l'exposition à un niveau le plus faible possible ; le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle étant un objectif minimal.

Si cela est techniquement possible, il y a lieu de procéder, dans un premier temps, à la substitution de cette substance ou des préparations en contenant et de les remplacer par un produit ou un procédé moins dangereux.

Si cela se révèle impossible, le formaldéhyde ou les préparations en contenant devront être produits et utilisés dans un système clos.

À défaut, des mesures de protection collective devront être adoptées :

- adaptation des procédés afin de limiter les contacts des opérateurs avec le formaldéhyde (automatisation, mécanisation...);

- réduction des émissions de polluant (encoffrement des systèmes de production et captage des émanations au plus près de la source d'émission, aération et assainissement de l'air des locaux...);

- réduction du nombre de personnes exposées ;

- réduction des quantités utilisées ou stockées au poste de travail.

L'emploi d'équipements de protection individuelle ne doit être envisagé qu'en complément

## LES TRAVAUX DE L'INRS ET DE SES PARTENAIRES

### L'INRS

Dans le cadre de la directive 67/548/CEE modifiée et suite à une saisine des ministères chargés du Travail et de la Santé, l'INRS a soumis une **proposition de révision du classement cancérogène** du formaldéhyde au groupe de travail européen en juillet 2005. Elle sera discutée lors des prochaines réunions du groupe.

L'INRS participe à l'évaluation des risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs, extérieurs et en milieu professionnel menée par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET). Le premier volet de cette évaluation sera disponible prochainement.

L'INRS a également contribué à la rédaction du rapport d'expertise *Exposition professionnelle au formaldéhyde et effets sur la santé* publié par l'Institut de veille sanitaire (InVS) en septembre 2006. Ce rapport, réalisé à la demande de la Direction générale du travail dans le cadre d'une révision du tableau n°43 des maladies professionnelles du régime général de la Sécurité sociale, est téléchargeable sur le site Internet de l'InVS : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr).

### Les autres organismes

Le formaldéhyde a été classé dans le **groupe 1 (agent cancérogène pour l'homme)** lors de la ré-évaluation de ses effets cancérogènes par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) en juin 2004.

Une des principales études épidémiologiques sur les effets cancérogènes du formaldéhyde a été réalisée par le National Cancer Institute (NCI) aux Etats-Unis. Cette étude est actuellement en cours de mise à jour pour prendre en compte les causes de mortalité survenues entre 1995 et 2003 dans la cohorte suivie. Ces nouvelles données devraient apporter des éclaircissements, notamment sur la survenue de leucémies.

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail (IRSST, Québec) a publié une étude sur les impacts d'un abaissement des valeurs d'exposition professionnelle, un guide de prévention sur le formaldéhyde en milieu de travail et des fiches techniques spécifiques à trois secteurs d'activité, disponibles sur : [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca).

ou si la mise en place d'une protection collective est impossible ou insuffisante, ou pour des travaux exceptionnels et de courte durée :

- pour la protection oculaire : lunettes, visière... ;

- pour la protection cutanée : gants en caoutchouc butyle, en caoutchouc nitrile, en Viton® ou en laminé de polyéthylène (par exemple, gants Barrier® de chez Ansell), vêtements de protection ;

- pour la protection respiratoire : le type de protection respiratoire à adopter dépendra des opérations envisagées et des risques qu'elles font courir au salarié :

- dans les cas où un appareil de protection respiratoire filtrant est préconisé, il faut utiliser un filtre de type B éventuellement combiné à un filtre anti-aérosols de type P3 s'il y a application par pulvérisation,

- en cas de déversement accidentel ou de travail en espace confiné, il y a lieu d'utiliser un appareil de protection respiratoire isolant.

## LES PUBLICATIONS DE L'INRS

- Fiche toxicologique n° 7. Aldéhyde formique et solutions aqueuses. 2006.

- Exposition professionnelle au formaldéhyde en France : informations fournies par la base de données COLCHIC. *Hygiène et sécurité du travail*, CND, n°203, ND 2247, 2006.

- La thanatopraxie : état des pratiques et risques professionnels. *Documents pour le Médecin du Travail*, n° 104, TC 105, 2005.

- Fiche n° 1 « Aldéhydes ». MétroPol. Recueil des méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques. Avril 2004.

- Les ateliers de moulage de pièces en alliages d'aluminium. ED 908, 2003.

- Dermatoses professionnelles aux antiseptiques et désinfectants. *Documents pour le Médecin du Travail*, n° 85, TA 62, 2001.

- Asthme professionnel dû aux désinfectants employés en milieu hospitalier. *Documents pour le Médecin du Travail*, n°84, TR 26, 2000.

- Agroalimentaire : les risques chimiques du nettoyage. *Travail et Sécurité*, n° 592, 2000, pp.20-21.

- Exposition aux produits chimiques dans l'industrie agroalimentaire. Les risques professionnels lors d'opérations de nettoyage et de désinfection. *Cahiers de Notes Documentaires*, n° 176, ND 2109, 1999.

- Sur le site Internet de l'INRS ([www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)), plusieurs dossiers web se rapportent aux risques liés au formaldéhyde :

- Agir sur le risque chimique cancérogène en entreprise ;
- Risque cancérogène en milieu professionnel ;
- Allergies en milieu professionnel.

Auteurs : Annabel Maison, Élodie Pasquier  
Maquette : Stéphane Soubrié