

# EXPOSITION PROFESSIONNELLE AU FORMALDÉHYDE EN FRANCE : INFORMATIONS FOURNIES PAR LA BASE DE DONNÉES COLCHIC

Le formaldéhyde est un agent chimique très utilisé comme désinfectant et intermédiaire de synthèse dans l'industrie chimique et pharmaceutique. Il entre dans la composition de résines aminoplastes, phénoplastes, de colles, vernis... L'exploitation des données de la base COLCHIC confirme cette très large utilisation du formaldéhyde dans de nombreux secteurs d'activités. Les expositions supérieures aux VLEP recommandées pour cet agent chimique sont observées fréquemment dans les établissements hospitaliers, dans la fabrication des panneaux de bois, les fonderies... La combustion et la dégradation thermique de certains matériaux constituent également une source non négligeable d'exposition au formaldéhyde.

## GÉNÉRALITÉS

Le formaldéhyde (n° CAS : 50-00-0), également appelé méthanal ou aldéhyde formique, est un gaz incolore fortement irritant. Il est soluble dans l'eau et certains solvants organiques tels que l'éthanol, l'éther diéthylique. Les solutions aqueuses de formaldéhyde sont connues sous la dénomination de formaline et, plus couramment, de formol. Le formaldéhyde ainsi que les solutions aqueuses, même stabilisées, sont très inflammables et peuvent constituer avec l'air des mélanges explosifs. Le formaldéhyde est très réactif et polymérise à froid, les réactions avec certains composés, comme le phénol, peuvent être violentes [1].

En 1990, la consommation annuelle française de formaldéhyde s'élevait à 100 000 tonnes [2], en 2004 les importations françaises ont atteint 47 916 tonnes en provenance essentiellement de pays de l'Union Européenne [3]. Les données de production et des exportations françaises ne sont pas disponibles (secret statistique) et laissent à penser qu'il y a tout au plus deux sociétés productrices de formaldéhyde en France.

Le formaldéhyde est généralement obtenu industriellement par oxydation catalytique de l'alcool méthylique. C'est un intermédiaire de synthèse largement utilisé dans l'industrie chimique, pharmaceutique où il intervient dans la fabrication d'engrais, de polymères, de produits phytosanitaires...

- Formaldéhyde
- Valeur limite
- Prélèvement
- Base de données
- France

► Raymond VINCENT, Brigitte JEANDEL,  
INRS, Département Métrologie des polluants

## OCCUPATIONAL EXPOSURE TO FORMALDEHYDE IN FRANCE: INFORMATION RETRIEVED FROM COLCHIC DATABASE

Formaldehyde is a chemical widely used as a disinfectant and as a synthesis intermediate in chemical or pharmaceutical industries. It is also included in the composition of amino- and phenol-formaldehyde resins, glues, varnishes, etc. This very widespread use of formaldehyde in many industrial activities is confirmed, when analysing COLCHIC database-stored results of formaldehyde exposure measurements. Exposures exceeding recommended OELs for this chemical agent are frequently observed in hospitals, wood panel production facilities, foundries, etc. Combustion and thermal degradation of certain materials also represent a significant cause of formaldehyde exposure.

- Formaldehyde
- Limit value
- Sampling
- Database
- France

Dès la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, le formaldéhyde intervient dans l'élaboration de polymères tel que la galalithe ou « pierre de lait », sorte d'ivoire synthétique obtenu à partir de la caséine du lait qui servait notamment à fabriquer des boutons. Ce type de production s'est arrêté en 1999.

De nos jours, il est très employé pour la fabrication de diverses résines : urée-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde, urée-formaldéhyde-mélatamine...

Ces résines phénoplastes ou aminoplastes servent à élaborer des vernis, des colles, des vitrificateurs... et interviennent très largement dans la fabrication des panneaux de bois : particules, contreplaqués, lamellés, OSB, MDF, parquets stratifiés... Ces résines dérivées du formol sont également mises en œuvre lors de la fabrication de noyaux en fonderie [4], de l'imprégnation de papier, de tissus. Dans les années 70, les mousses urée-formol ont également été très utilisées dans l'isolation des constructions. Les nuisances liées à l'émission de formaldéhyde dans les habitations isolées par ce matériau ont largement contribué à l'interdiction de ce procédé dans différents pays industrialisés. En France, ce type d'isolation semble aujourd'hui peu utilisé et a fait l'objet d'une réglementation spécifique en 1988 [5].

Les solutions de formaldéhyde à une concentration variant généralement de 30 à 50 % en poids sont utilisées comme agent désinfectant et conservateur dans de nombreuses préparations :

- produits cosmétiques (shampoings, désinfectants, savons...) ;
- produits d'entretien ménagers ;
- produits industriels de désinfection et de nettoyage [6] ;
- agent antimicrobien dans les fluides de coupe [7] ;
- produits à usage médical et paramédical (liquide de Bouin, désinfectant, bactéricide...) [8] ;
- produits vétérinaires (bactéricides, virucides, fongicides, conservateurs pour les fourrages ensilés...) [9] ;
- liquide aseptisant utilisé lors d'embaumements.

Les procédés de dégradation thermique, de combustion donnent lieu à l'émission de formaldéhyde. On a ainsi mis en évidence la présence de formaldéhyde lors de la cuisson d'aliments [10], dans les gaz d'échappement de véhicules

automobiles [11] et dans la fumée de tabac [12].

En Europe, le formaldéhyde est actuellement classé cancérigène de catégorie 3 : effets cancérigènes possibles, preuves insuffisantes. À ce titre les préparations contenant du formaldéhyde en concentration supérieure ou égale à 1% sont soumises à étiquetage : phrase de risque R40.

Chez l'homme, le formaldéhyde peut pénétrer dans l'organisme par les voies pulmonaire, digestive et cutanée.

Des effets d'irritation oculaire et respiratoire sont perçus par la majorité des individus exposés à des concentrations atmosphériques comprises entre 1 et 3 ppm [1]. La majorité de la population ne peut tolérer une exposition prolongée à 4 - 5 ppm et des lésions graves de l'arbre pulmonaire peuvent survenir pour des expositions brèves à des concentrations supérieures à 50 ppm. L'ingestion de formaldéhyde se traduit par des douleurs buccales et intestinales. Les complications les plus fréquentes sont les perforations et hémorragies digestives ainsi que l'apparition de syndromes de détresse respiratoire. Les solutions de formaldéhyde sont caustiques et irritantes pour la peau et les muqueuses oculaires.

En raison de son pouvoir allergisant, les expositions chroniques au formaldéhyde peuvent entraîner une sensibilisation cutanée (eczéma, urticaire) et respiratoire : rhinite, asthme [8].

En juin 2004, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé le formaldéhyde dans la catégorie des agents chimiques cancérigènes du groupe 1 [13] : *l'agent est cancérigène pour l'homme*.

Cette décision du CIRC de classer le formaldéhyde en groupe 1, précédemment classé en 1995 en groupe 2A (*l'agent est probablement cancérigène pour l'homme*), s'appuie sur les résultats d'enquêtes épidémiologiques récentes montrant une relation significative entre l'exposition au formaldéhyde et l'apparition de cancers du nasopharynx. Par ailleurs, le groupe d'évaluation du CIRC indique l'existence d'une présomption forte, mais non suffisante, concernant la relation entre l'exposition au formaldéhyde et l'apparition de leucémies ainsi que des

indications limités pour les cancers des fosses nasales.

Ce classement par le CIRC pourrait avoir à terme une incidence sur la catégorie de classement du formaldéhyde [14] dans la liste européenne des agents chimiques cancérigènes. Le formaldéhyde est en effet aujourd'hui classé en catégorie 3 : « *substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante (preuves insuffisantes)*. »

Selon les résultats de l'étude CAREX [15], il y avait en France, durant la période 1990 - 1993, 307 000 travailleurs potentiellement exposés au formaldéhyde. Les résultats de cette étude montraient que la moitié des travailleurs exposés au formaldéhyde appartenaient au secteur des activités de soins (cf. Tableau 1).

L'enquête SUMER 2002 [16] évalue à 193 000 le nombre de travailleurs exposés au formaldéhyde :

- 153 600 travailleurs seraient exposés à des solutions de formaldéhyde ;
- 39 400 travailleurs seraient exposés lors de la mise en œuvre de résines phénoplastes et/ou aminoplastes.

L'exposition ne concerne bien évidemment pas que les populations professionnelles. L'utilisation de certains matériaux dans les constructions tels que les panneaux de bois, les peintures, les vernis, les vitrificateurs, les colles... est source d'une exposition domestique au formaldéhyde [17,18] pouvant entraîner des gênes et pathologies respiratoires [19]. La présence de formaldéhyde dans les cosmétiques [20] et dans les produits d'entretien [21], à des concentrations généralement faibles (moins de 0,2 %), peut cependant déclencher des phénomènes allergiques [22].

En France, le ministère du travail a fixé des Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP) indicatives qui définissent les niveaux de concentration à ne pas dépasser dans l'air des lieux de travail :

- VLEP - 8 heures de 0,5 ppm ou 0,61 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLEP - court terme de 1 ppm ou 1,23 mg/m<sup>3</sup> mesurée sur une période de quinze minutes.

TABLEAU I

### Estimations CAREX - Principaux secteurs d'activités et nombre de salariés potentiellement exposés au formaldéhyde

CAREX estimates – Main activity sectors and number of employees potentially exposed to formaldehyde

Secteur d'activité	Nombre de salariés potentiellement exposés
Services médicaux, dentaires, vétérinaires et autres services sanitaires	150 000
Industries textile et de l'habillement	16 700
Industrie chimique	13 800
Commerce de gros, restaurants et hôtels	12 800
Industrie du bois, d'ouvrages en bois	7 200
Agriculture	6 500
Fabrication de papier et d'articles en papier	6 500
Instituts scientifiques et centres de recherche	6 300
Industrie du caoutchouc et des matières plastiques	5 000
Construction de matériel de transport	3 200
Industries alimentaires	2 500

Les affections provoquées par le formaldéhyde et ses polymères sont prises en charge au titre du tableau 43 des maladies professionnelles du régime général de la Sécurité Sociale et au titre du tableau 28 du Régime Agricole.

## LA BASE DE DONNÉES COLCHIC

La base de données d'exposition professionnelle aux agents chimiques, COLCHIC, créée en 1987 à l'instigation de la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAMTS), regroupe l'ensemble des mesures d'exposition effectuées par prélèvement et analyse de l'air des lieux de travail. Ces mesures sont réalisées par les huit Laboratoires Interrégionaux de Chimie (LIC) des Caisses Régionales d'Assurance Maladie (CRAM) et les laboratoires spécialisés de l'INRS.

Chaque intervention dans un établissement donne lieu à la constitution d'un dossier dans lequel sont codifiées les informations relatives à l'établissement et aux prélèvements effectués :

- coordonnées administratives de l'établissement (secteur d'activité, région...) ;
- poste de travail où ont été effectuées les mesures ;
- conditions de réalisation des prélèvements (volume, durée, méthode, type de prélèvement...) ;
- conditions analytiques.

Tous les résultats archivés dans cette base ont été obtenus à l'aide de techniques de prélèvement et d'analyse de l'air des lieux de travail normalisées ou élaborées par les LIC et l'INRS [23].

Les informations contenues dans COLCHIC proviennent des interventions menées, pour des motifs très divers, dans les établissements du régime général de la Sécurité Sociale en France. Dans le cas des mesures d'exposition au formaldéhyde, ces demandes d'intervention provenaient des services préventions des CRAM (51,2 %), des médecins du travail (21,1 %), des entreprises (18,5 %) et, plus rarement, des Comités Hygiène Sécurité - Conditions de Travail (CHSCT) pour 4,1 % des demandes. L'objectif de ces interventions consistait majoritairement à évaluer un risque possible lié à l'exposition (61,1 %). Les autres interventions ont été menées après modification du poste de travail (9,8 %), suite à l'apparition d'effets pathologiques constatés (6,8 %) ou soupçonnés (3,5 %) ou après modification des procédés (5,4 %). Les interventions menées dans le cadre de contrats de prévention représentent 2,6 % des motifs. De ce fait, et compte tenu de la diversité des motifs à l'origine de ces interventions, COLCHIC ne saurait prétendre à une description exhaustive des situations d'exposition professionnelle en France. Malgré ces biais, COLCHIC est un outil qui permet de repérer et de quantifier les nuisances chimiques en milieu professionnel [24].

## LES DONNÉES D'EXPOSITION AU FORMALDÉHYDE

Depuis 1987 et jusqu'à mai 2005, l'ensemble des Laboratoires Interrégionaux de Chimie des CRAM et les laboratoires spécialisés de l'INRS ont réalisé 8 811 prélèvements d'air des lieux de travail en vue de quantifier l'exposition professionnelle au formaldéhyde. Ces prélèvements individuels ou d'ambiance ont été collectés lors de 1 178 interventions menées dans 793 établissements différents, les laboratoires ayant effectué, dans certains établissements deux interventions ou plus.

Depuis la création de COLCHIC, l'ensemble des laboratoires a réalisé en moyenne environ 460 mesures par an. La répartition du nombre de prélèvements visant à mesurer les concentrations en formaldéhyde dans l'air des lieux de travail par année est représentée sur la *Figure 1*. En moyenne, les laboratoires ont effectué annuellement 60 interventions dans 40 établissements pour y évaluer, entre autres, l'exposition au formaldéhyde. Cette démarche d'évaluation du risque formaldéhyde est constante pour la période 1987 - 2004 (*cf. Figure 2*).

Les prélèvements d'ambiance ou personnels ont été effectués en utilisant généralement un support de prélèvement constitué de gel de silice, sous forme de tube ou de badge, imprégné de 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNHP). En présence d'aldéhydes, la DNHP réagit pour former les hydrazones correspondantes qui seront ensuite séparées et dosées par chromatographie liquide haute performance couplée à un détecteur UV (méthode METROPOL 001). Tous les résultats obtenus par une méthode de prélèvement et d'analyse différente ont été écartés de cette analyse statistique.

Cette phase de sélection permet de disposer d'un groupe de données homogènes dont les caractéristiques pour les prélèvements à l'émission, en ambiance et individuels sont indiqués dans le *Tableau II*.

Compte tenu de la durée de prélèvement et de la limite de détection analytique certains résultats étaient inférieurs

FIGURE 1

Répartition du nombre de prélèvements formaldéhyde (personnels et d'ambiance) réalisés de 1987 à 2004

Distribution of formaldehyde samples (area and personal) taken between 1987 and 2004

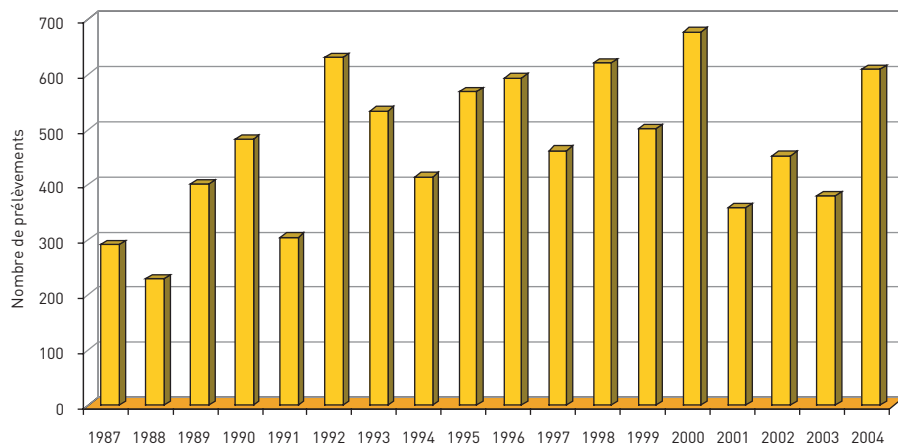
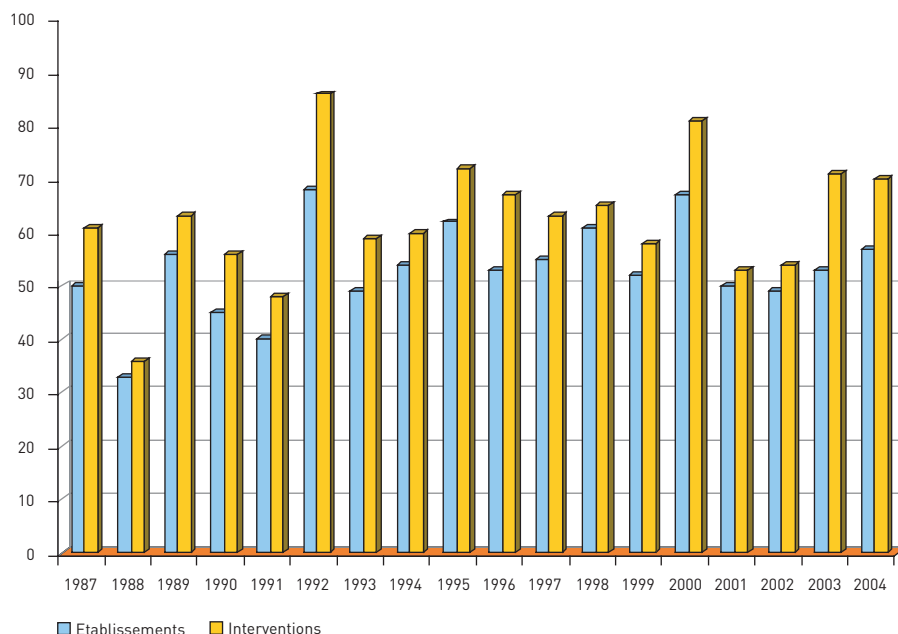


FIGURE 2

Exposition au formaldéhyde : répartition du nombre d'interventions réalisées et d'établissements concernés de 1987 à 2004

Formaldehyde exposure: distribution of operations conducted and companies visited between 1987 and 2004



au seuil de détection et exprimés sous la forme :  $< x$ . De manière à pouvoir traiter ces résultats lors des calculs statistiques ils ont été remplacés par la valeur  $x/2$ .

D'autre part, dans les résultats archivés dans COLCHIC, figurent des valeurs très élevées atteignant parfois plusieurs dizaines de milligrammes de formaldéhyde par mètre cube d'air. Pour chaque valeur de ce type, une confirma-

tion du résultat a été demandée au laboratoire concerné. Après validation, les résultats élevés ont été retenus pour le calcul des statistiques descriptives.

Les statistiques pour chaque type de prélèvement sont présentées dans le *Tableau III*.

Les valeurs de ce tableau mettent en évidence une proportion importante

(28,1 %) de concentrations supérieures à la VLEP - 8 heures de  $0,61 \text{ mg/m}^3$  pour les prélèvements individuels. De la même manière, la proportion de résultats supérieurs à la VLEP - court terme de  $1,23 \text{ mg/m}^3$  atteint 14 % dans le cas des prélèvements individuels. Une analyse de la distribution des résultats montre une différence significative entre l'ensemble de résultats obtenus par prélèvement d'ambiance et l'ensemble des prélèvements individuels. Les deux ensembles de résultats suivent une distribution log-normale. Les concentrations en ambiance sont généralement plus faibles que celles mesurées par prélèvement individuel, probablement en raison d'un éloignement volontaire par rapport à la source d'émission (cf. *Figure 3*). De manière à améliorer la représentativité des mesures d'ambiance et individuelles, une seconde sélection a été réalisée de façon à ne retenir que les résultats pour lesquels la durée de prélèvement se situait entre 1 et 8 heures aux fins de comparaison des expositions par rapport à la VLEP - 8 heures. Dans ce cas, quelle que soit la durée du prélèvement et selon les informations consignées par le technicien ayant réalisé l'intervention, ces mesures sont représentatives d'expositions continues. De la même manière et afin de comparer les expositions en référence à la VLEP - court terme du formaldéhyde, les résultats correspondant à une durée de prélèvement inférieure ou égale à 15 minutes ont été regroupés. Les résultats des prélèvements d'une durée supérieure à 15 minutes et inférieure à 60 minutes ont été exploités sans souci de comparaison à une VLEP.

Les statistiques concernant ces six ensembles de résultats figurent dans le *Tableau IV*.

Une analyse de variance et de régression indiquent une décroissance significative des concentrations en formaldéhyde au cours du temps (cf. *Figures 4 et 5*) tant pour les prélèvements individuels ( $F = 30,59$  ;  $p < 0,0001$ ) que pour les prélèvements d'ambiance ( $F = 24,26$  ;  $p < 0,0001$ ).

TABLEAU II

### Description des conditions de prélèvement

Description of sampling conditions

	Prélèvements d'ambiance	Prélèvements individuels	Prélèvements à l'émission
Nombre	4729	3836	141
Durée de prélèvement en min.	Moyenne : 91 Médiane : 68 Etendue : 1-745	Moyenne : 74,1 Médiane : 60 Etendue : 1-576	Moyenne : 76,9 Médiane : 65 Etendue : 5-338
Débit de prélèvement en L/min.	Moyenne : 0,80 Médiane : 0,95 Etendue : 0,05-5	Moyenne : 0,74 Médiane : 0,89 Etendue : 0,05-7,80	Moyenne : 0,77 Médiane : 0,84 Etendue : 0,11-1,6
Conditions de prélèvement en nombre	Badge spécifique : 3 Tubes gel de silice imprégné - DNPH : 4726	Badge spécifique : 87 Tubes gel de silice imprégné - DNPH : 3749	Tubes gel de silice imprégné - DNPH : 141

TABLEAU III

### Statistiques descriptives des différentes séries de prélèvement, les concentrations sont exprimées en mg/m<sup>3</sup>

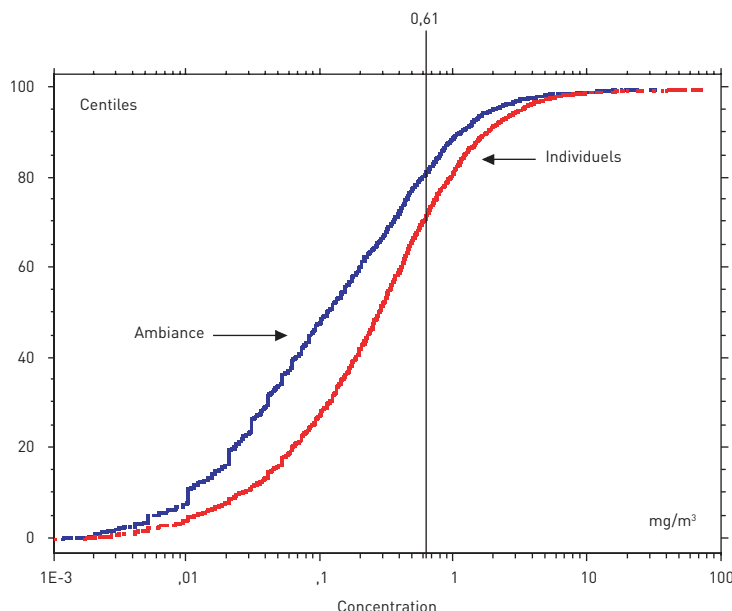
Statistics describing different sets of sampling data: concentrations are expressed in mg/m<sup>3</sup>

		Prélèvements d'ambiance	Prélèvements individuels	Prélèvements à l'émission
Nombre		4738	3839	141
Moyenne arithmétique		0,52	0,90	1,998
Médiane		0,11	0,27	0,37
Etendue		0,001- 42	0,001- 71	0,01-29,7
Moyenne géométrique		0,11	0,23	0,34
Ecart Type Géométrique		6,14	5,40	7,68
Centiles	75	0,42	0,7	0,22
	90	1,06	1,69	1,77
	95	1,82	2,91	9,76
Pourcentage de résultats	> 0,61 mg/m <sup>3</sup>	18,7	28,1	36,4
	> 1,23 mg/m <sup>3</sup>	8,6	14	25,6

FIGURE 3

### Graphe des fréquences cumulées pour les distributions log-normales de résultats pour les prélèvements d'ambiance et individuels

Cumulative frequency chart for log-normal distributions of area and personal sampling results



## LES PROCÉDÉS OU PRODUITS À L'ORIGINE DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AU FORMALDÉHYDE

Une récente modification du système de codification des informations archivées dans COLCHIC [25] permet de caractériser les Catégories de Produits ou de Procédés à l'Origine de l'Exposition (CAPPROEX). Les informations collectées depuis 2002 permettent d'identifier les sources d'exposition potentielles au formaldéhyde (cf. Tableau V). Depuis environ 2 ans et demi, 1 284 données de type CAPPROEX ont été renseignées : les solvants et réactifs de laboratoire, les résines thermodurcissables et les fumées de dégradation thermique sont à l'origine de plus de 50 % des expositions professionnelles au formaldéhyde.

## L'EXPOSITION AU FORMALDÉHYDE PAR BRANCHES D'ACTIVITÉ

La répartition des prélèvements effectués par branche d'activité (Comité Technique National ou CTN) est présentée sur la Figure 6.

Une fraction importante des prélèvements, soit 30,3 %, a été effectuée dans des entreprises de la branche d'activité du bois, de l'ameublement, du textile... (CTN FF). Les secteurs de la chimie, de la métallurgie et des services sont concernés de manière équivalente et représentent 55,4 % des résultats de mesures d'exposition au formaldéhyde. Les secteurs du commerce, du transport de l'énergie et du bâtiment ne représentent que 14,3 % des résultats.

De manière à mener une analyse plus fine de l'exposition par secteur d'activité ou par poste de travail, on ne considère conventionnellement que les mesures d'exposition réalisées par prélèvement individuel. Dans le cas des données COLCHIC relatives au formaldéhyde, la grande majorité des prélèvements ont été effectués à poste fixe en ambiance. Les ignorer reviendrait à per-

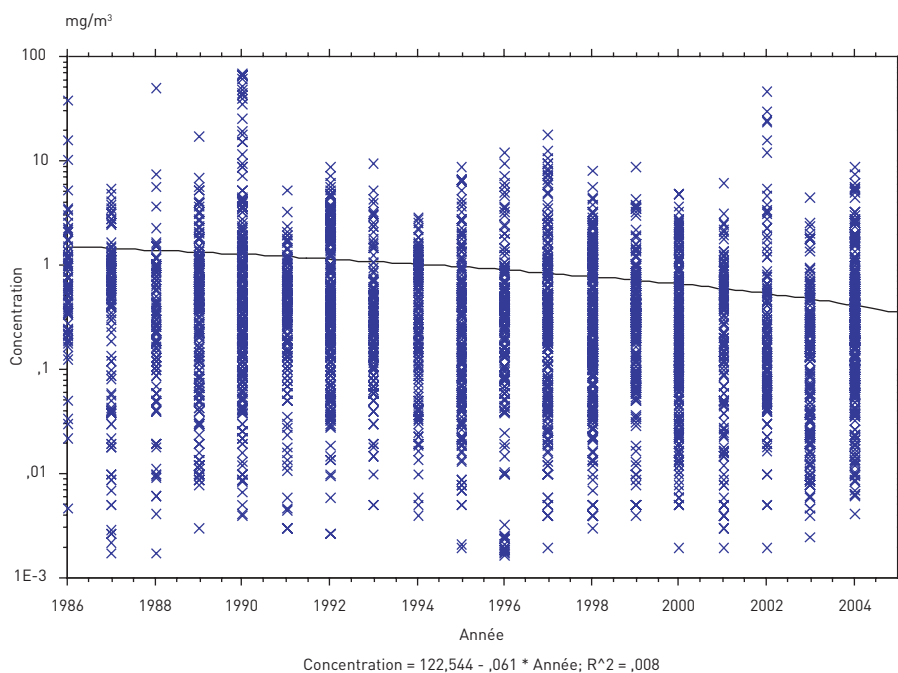
**TABLEAU IV**

Statistiques descriptives des mesures d'ambiance et individuelles en fonction de la stratégie de prélèvement  
 Statistics describing environmental and personal measurements in relation to sampling strategy

	Ambiance	Individuels
<b>Durée de prélèvement inférieure ou égale à 15 minutes</b>		
Nombre	284	670
Moyenne	1,722	1,687
Médiane	0,29	0,44
Etendue	0,001 – 31,9	0,001- 71
Percentile	90	4,13 3,03
Nombre de résultats supérieurs à 1,23 mg/m <sup>3</sup>	71 (25,1 %)	163 (24,3 %)
<b>Durée de prélèvement supérieure ou égale à 1 heure et inférieure ou égale à 8 heures</b>		
Nombre	3048	1947
Moyenne	0,34	0,49
Médiane	0,09	0,20
Etendue	0,001 – 42	0,001 – 19,6
Percentile 90	0,86	1,08
Nombre de résultats supérieurs à 0,61 mg/m <sup>3</sup>	463 (15,2 %)	389 (20 %)
<b>Durée de prélèvement supérieure à 15 minutes et inférieure à 1 heure</b>		
Nombre	1384	1211
Moyenne	0,67	1,13
Médiane	0,15	0,33
Etendue	0,001-31,4	0,001-53,3
Percentile 90	1,3	2,1

**FIGURE 4**

Analyse de régression concentration/année pour les prélèvements individuels  
 Concentration/year regression analysis for personal sampling



**TABLEAU V**

Principaux procédés et produits à l'origine d'une exposition professionnelle au formaldéhyde durant la période 2002-2005  
 Main processes and products causing occupational exposure to formaldehyde during the 2002 – 2005 period

Catégorie de procédé ou de produit à l'origine de l'exposition (CAPPROEX)	Nombre	%
Solvants, réactifs de laboratoire, déchets	270	21,0
Résines thermodurcissables, mélamine, urée-formol... Autres résines et déchets	202	15,7
Dégradation thermique de matières plastiques, de bois, de peintures, de PVC...	190	14,7
Désinfectants, détergents	157	12,2
Adhésifs, colles de type urée-formol	135	11,4
Solvants, diluants organiques et leurs déchets	131	10,2
Gaz médicaux ou autres	39	3,1
Total	1 124	88,3

dre plus de 3 000 mesures. Une analyse des distributions de résultats par classe de durée montre des différences sensibles entre les prélèvements d'ambiance et individuels (cf. Figure 7). Malgré ces différences et pour proposer une évaluation plus robuste des expositions au formaldéhyde à un niveau d'activité détaillée, les prélèvements d'ambiance et individuels ont été regroupés en fonction de la durée de manière à constituer trois ensembles de données :

- prélèvements d'ambiance et individuels d'une durée inférieure ou égale à 15 minutes (comparables à la VLEP - court terme) ;
- prélèvements d'ambiance et individuels d'une durée supérieure à 15 minutes et inférieure à 60 minutes ;
- prélèvements d'ambiance et individuels d'une durée supérieure ou égale à 60 minutes et inférieure ou égale à 480 minutes (comparables à la VLEP - 8 heures).

Les statistiques concernant les données d'exposition des différentes branches d'activité figurent dans le *Tableau VI*. Toutes les branches d'activité sont concernées par l'exposition au

FIGURE 5

### Analyse de régression (concentration/année) pour les prélèvements d'ambiance

Concentration/year regression analysis for environmental sampling

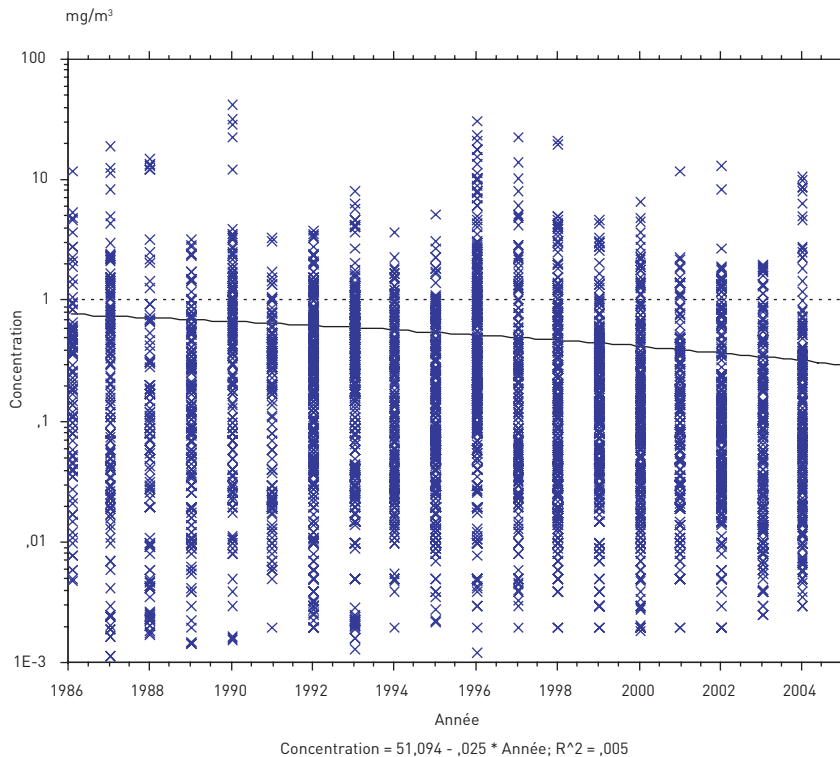
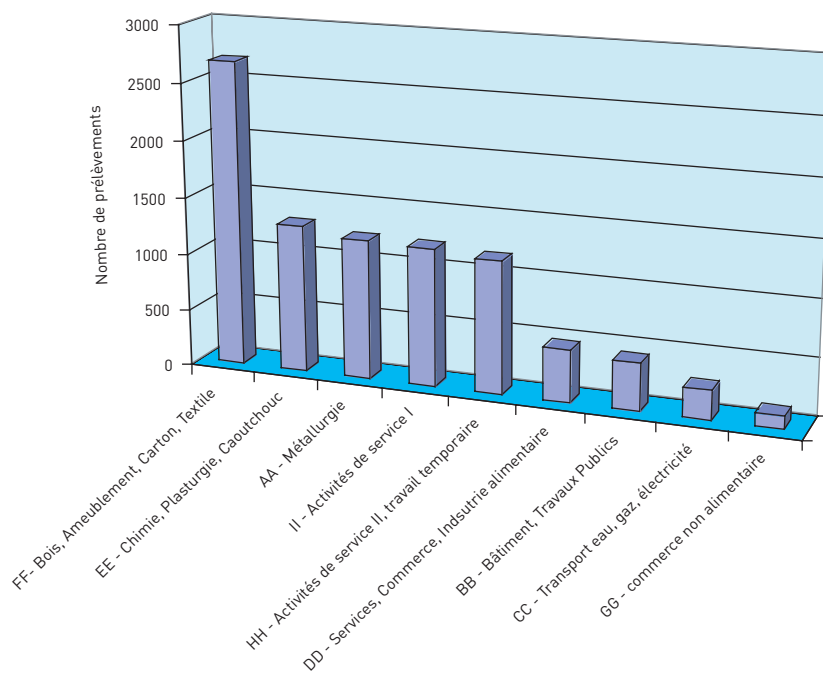


FIGURE 6

### Répartition du nombre de prélèvements par branche d'activité (CTN)

Distribution of samples taken by activity branch (CTN)



formaldéhyde. Pour chaque branche d'activité, la probabilité de dépassement des VLEP a été calculée sur la base d'une hypothèse de distribution log-normale.

Ces résultats indiquent des dépassements très fréquents de la VLEP - Court terme dans toutes les branches d'activités, avec une exposition qui varie en moyenne de 0,97 mg/m<sup>3</sup>, pour la métallurgie, à 4,12 mg/m<sup>3</sup> pour la chimie. En comparaison à la VLEP - 8 heures de 0,61 mg/m<sup>3</sup>, on observe une situation similaire avec une exposition moyenne qui varie de 0,13 mg/m<sup>3</sup>, dans le commerce non alimentaire à 0,66 mg/m<sup>3</sup> dans la branche des services II). Les branches d'activité les plus exposées sont celles du bâtiment, des services (laboratoires d'analyses biologiques), du bois et de la chimie. Les expositions par branche d'activité sont représentées Figure 8.

## L'EXPOSITION AU FORMALDÉHYDE PAR GROUPEMENT D'ACTIVITÉS

La seconde analyse plus détaillée des données d'exposition au formaldéhyde archivées dans COLCHIC concerne les groupements d'activités tels que définis par la Nomenclature des Activités Françaises (NAF 2003) [26]. En référence à la NAF, un grand nombre de groupements d'activités ont fait l'objet de mesures d'exposition au formaldéhyde : 128 sur 224 (57,1 %). Ce constat confirme le caractère ubiquitaire des utilisations de cet agent chimique.

Onze groupements d'activités représentent 64 % des mesures d'exposition :

- 20.2 – Fabrication des panneaux de bois (12,8 %)
- 85.1 – Activités pour la santé humaine (12 %)
- 75.1 – Administration générale, économique et sociale (11,6 %)
- 25.2 – Transformation des matières plastiques (6,4 %)
- 27.5 – Fonderie (4,5 %)
- 20.3 – Fabrication de charpentes et menuiseries (3,7 %)
- 36.1 – Fabrication de meubles (3,4 %)
- 24.4 – Industrie pharmaceutique (2,7 %)

TABLEAU VI

### Statistiques sur les niveaux d'exposition par branche d'activité

Exposure level statistics by activity branch

Branche d'activités	Durée de prélèvement													
	≤ 15 minutes					[16-59 minutes]				[60-480 minutes]				
	N	Moyenne	Médiane	Etendue	P <sub>1</sub> <sup>b</sup>	N	Moyenne	Médiane	Etendue	N	Moyenne	Médiane	Etendue	P <sub>2</sub> <sup>c</sup>
FF-Bois, Ameublement...	227	1,48	0,68	0,002-21,5	30,5	578	0,80	0,36	0,002-25,6	1 787	0,43	0,23	0,001-11,6	21
EE - Chimie, plasturgie..	132	4,12	0,2	0,002-71	24,1	375	1,43	0,63	0,002-53,3	739	0,49	0,13	0,001-19,6	17,9
AA- Métallurgie	84	0,97	0,14	0,001-31,9	7,7	309	0,36	0,06	0,004-11,4	804	0,18	0,06	0,001-3,92	6,5
HH- Services I	193	1,12	0,24	0,001-12,1	20,7	424	0,77	0,26	0,001-29,4	567	0,32	0,04	0,001-42	8,6
II - Services II	178	1,53	0,63	0,002-51	29,5	476	1,33	0,38	0,001-47,2	468	0,66	0,20	0,001-14,2	24,2
DD -Services commerces	70	1,43	0,40	0,02-10,9	26,1	140	0,88	0,11	0,002-17,7	224	0,25	0,06	0,001-5,2	9,3
BB - BTP	52	1,03	0,62	0,01-4,9	27,7	160	0,56	0,43	0,003-3,38	189	0,61	0,25	0,001-4,63	27,7
CC -Transport eau, énergie	Ins. <sup>a</sup>			86	0,21	0,02	0,005-1,32	158	0,24	0,04	0,001-1,63	9,8		
GG - Commerce non alimentaire	Ins. <sup>a</sup>			47	0,19	0,04	0,008-1,37	59	0,13	0,04	0,02-2,3	2,4		

a Nombre de résultats insuffisant - Insufficient number of results

b Probabilité (en %) de dépassement de la VLEP-Court terme (1,23 mg/m<sup>3</sup>) - Probability (%) of exceeding TLV-STEL (1.23 mg/m<sup>3</sup>)

c Probabilité (en %) de dépassement de la VLEP-8 heures (0,61 mg/m<sup>3</sup>) - Probability (%) of exceeding TLV-TWA (0.61 mg/m<sup>3</sup>)

TABLEAU VII

### Statistiques sur les niveaux d'exposition par groupement d'activités

Exposure level statistics by activity group

Groupement d'activités	Durée de prélèvement										
	≤ 15 minutes / VLEP Court terme					[60-480 minutes] / VLEP-8 heures					
	N	Moyenne	Médiane	Etendue	P <sub>1</sub> <sup>b</sup>	N	Moyenne	Médiane	Etendue	P <sub>90</sub> <sup>d</sup>	P <sub>2</sub> <sup>c</sup>
20.2 - Fabrication des panneaux de bois	87	1,32	0,75	0,1-21,5	28,1	883	0,50	0,35	0,02-4,8	1,14	25,8
85.1 - Activités pour la santé humaine	164	1,64	0,71	0,02-51	31,8	416	0,65	0,19	0,001-14,2	1,69	23,6
75.1 - Administration générale, économique et sociale	171	1,16	0,21	0,001-12,1	20,4	470	0,36	0,05	0,01-42	0,74	9,7
25.2 - Transformation des matières plastiques	40	0,30	0,03	0,008-2,4	3,6	348	0,19	0,06	0,001-2,4	0,44	7,4
27.5 - Fonderie	25	0,40	0,23	0,01-2,7	8,2	260	0,21	0,14	0,001-1,44	0,45	10,9
20.3 - Fabrication de charpentes et menuiseries	39	0,87	0,67	0,07-3,26	21,9	228	0,28	0,19	0,01-1,4	0,70	12,0
36.1 - Fabrication de meubles	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	174	0,20	0,10	0,004-2,39	0,46	5,7
24.4 - Industrie pharmaceutique	30	3,42	0,44	0,004-9,6	34,9	41	1,06	0,70	0,03-15,7	2,15	39,7
45.2 - Construction d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil	32	1,09	0,54	0,01-4,9	28,6	128	0,52	0,24	0,002-3,9	1,29	25,5
21.1 - Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton	27	2,04	0,68	0,004 -9,6	37,8	97	0,34	0,23	0,001-2,5	0,80	19,8
24.1 - Industrie chimique de base	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	125	0,40	0,28	0,001-2,3	0,91	22,5
Autres groupements d'activités	307	2,39	0,25	0,005-71	22,1	1 389	0,35	0,06	0,001-19,6	0,78	10,8
Division 15 - Industries alimentaires	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	195	0,17	0,05	0,001-5,2	0,36	5,6
Division 17- Industrie textile	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	100	0,45	0,22	0,002-3,9	1,07	21,1
Division 19- Industrie du cuir et de la chaussure	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	41	0,51	0,11	0,002-8,72	1,01	17,7

a Nombre de résultats insuffisant - Insufficient number of results

b Probabilité(en %) de dépassement de la VLEP-Court terme (1,23 mg/m<sup>3</sup>) - Probability (%) of exceeding TLV-STEL (1.23 mg/m<sup>3</sup>)

c Probabilité(en %) de dépassement de la VLEP-8 heures (0,61 mg/m<sup>3</sup>) - Probability (%) of exceeding TLV-TWA (0.61 mg/m<sup>3</sup>)

d Percentile 90 : 90 % des résultats sont inférieurs à cette valeur - centile 90 : 90 % of results are under this value



FIGURE 7

Distribution des résultats de prélèvements d'ambiance et individuels en fonction de la durée  
Distribution of environmental and personal sampling results with respect to time

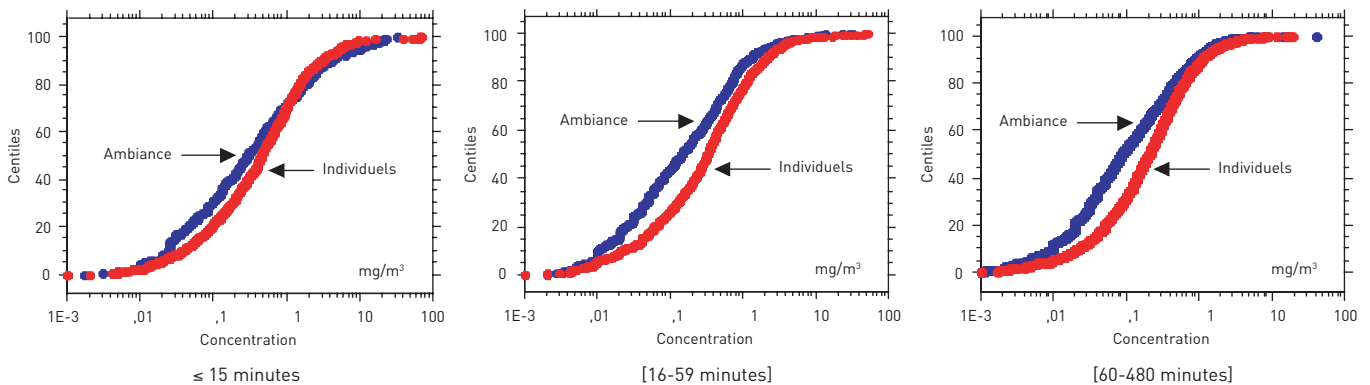
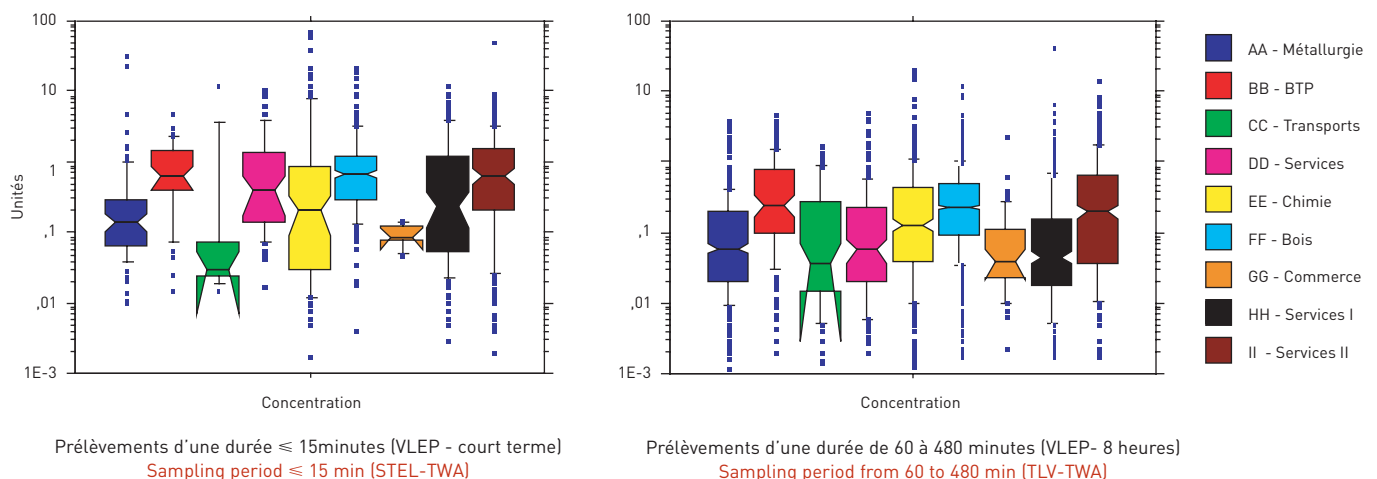


FIGURE 8

Niveaux d'exposition par branche d'activités  
Exposure levels by activity branch



- 45.2 – Construction d'ouvrages de bâtiment ou de génie civil (2,5 %)
- 21.1 – Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton (2,3 %)
- 24.1 – Industrie chimique de base (2,2 %)

Cette répartition des mesures d'exposition au formaldéhyde par groupement d'activités est similaire à celle réalisée au début des années 90 [27] lors d'une précédente exploitation des données de la base COLCHIC.

Les données d'exposition par groupement d'activités sont présentées dans le *Tableau VII*. Dans ce tableau figurent également les données d'exposition pour trois divisions émergentes concernant les industries alimentaires, textile et du cuir.

Les expositions supérieures aux VLEP du formaldéhyde sont fréquentes dans tous les groupements et divisions d'activités étudiés. Compte tenu du nombre de mesures disponibles, cette tendance est particulièrement affirmée dans le secteur de la fabrication des panneaux de bois et le milieu hospitalier.

## LES PROFESSIONS EXPOSÉES AU FORMALDÉHYDE

La mise en place de la nouvelle codification COLCHIC permet dorénavant de saisir le métier des travailleurs ayant fait l'objet d'une mesure d'exposition à un agent chimique par prélèvement individuel de l'air des lieux de travail. Dans ce cas, le métier exercé par le salarié est renseigné à l'aide de la codification ROME [28] de l'Agence Nationale Pour l'Emploi (ANPE). Depuis 2002, 65 métiers ont été ainsi identifiés. Le *Tableau VIII* donne la liste des métiers émergents. Ils représentent 90 % des métiers identifiés ces 3 dernières

années et confirme la diversité des utilisations du formaldéhyde. Le personnel de laboratoire d'analyses médicales constitue la population principale.

### LES TÂCHES EFFECTUÉES ET L'EXPOSITION AU FORMALDÉHYDE

L'analyse la plus détaillée possible des données archivées dans COLCHIC concerne le type de tâche réalisée lors de la réalisation des mesures. En ce qui concerne le formaldéhyde, 209 tâches ont été caractérisées. La majorité des mesures, soient 60 %, concerne 19 tâches émergentes. Les statistiques concernant ces tâches sont présentées dans le *Tableau IX*. Les expositions les plus faibles en référence à la VLEP - 8 heures concernent la réalisation d'anesthésie et la stérilisation de matériel médical avec toutefois quelques dépassements de la VLEP - court terme. Il est à noter que les opérations de stérilisation menées en milieu industriel se traduisent par des expositions plus fortes que celles relevées pour les opérations de stérilisation en milieu hospitalier. On note des différences notoires d'exposition au formaldéhyde en fonction des types de procédé utilisés. C'est le cas notamment pour l'usinage par enlèvement de matière (A5020) comparé à l'usinage par déformation (A5040), ou encore le travail direct sur des extrudeuses (A3320) par rapport à un pilotage à distance du même type d'unités (A3310). Le soudage à l'air chaud de matières plastiques constitue une source d'exposition indirecte relativement importante (A5120). De manière générale, les activités d'analyses réalisées en milieu hospitalier sont la source d'exposition élevée probablement en raison de l'utilisation du liquide de Bouin, notamment employé en anatomopathologie.

Les statistiques d'exposition des tâches, autres que celles exploitées précédemment, ont été calculées en fonction de la branche d'activité et sont présentées dans le *Tableau X*. Ces tâches concernent principalement des opérations d'usinage, d'assemblage, de nettoyage, de conditionnement... Globalement, ces résultats confirment la présence de tâches très exposantes dans les secteurs du BTP, des transports, de la chimie, du bois et de certains services.

## LES CO-EXPOSITIONS AU FORMALDÉHYDE

Lors de la réalisation des mesures d'exposition au formaldéhyde, d'autres composés ont été prélevés et analysés simultanément. Compte tenu de la spécificité de la méthode de prélèvement mise en œuvre, il s'agit essentiellement d'aldéhydes. Le *Tableau XI* donne la liste des aldéhydes identifiés et la probabilité de co-exposition au formaldéhyde exprimée en pourcentage. Ainsi, pour l'aldéhyde acétique, il y a une probabilité de co-exposition avec le formaldéhyde de 10,1 % et dans le secteur de la transformation des matières plastiques cette probabilité de co-exposition est de 1,7 %. La probabilité de co-exposition la plus importante est celle du glutaraldéhyde dans le secteur des activités de soins en raison de son utilisation fréquente comme désinfectant, en association ou non avec le formaldéhyde [29].

## LES EXPOSITIONS ASSOCIÉES AU FORMALDÉHYDE

Lors des mesures d'exposition au formaldéhyde réalisées dans chaque établissement, d'autres agents chimiques ont également fait l'objet de mesures en utilisant des méthodes de prélèvement et d'analyse différentes de celles utilisées pour le formaldéhyde. Ainsi, au sein d'un établissement, il est probable qu'existent des co-expositions à d'autres agents chimiques qui en raison d'une détermination non simultanée avec le formaldéhyde sont qualifiées d'expositions associées. Plus de 150 agents chimiques ont été mesurés de manière simultanée dans des établissements où prédominait l'exposition au formaldéhyde.

Le *Tableau XII* donne la liste des principaux agents chimiques identifiés et la probabilité d'une exposition associée au formaldéhyde exprimée en pourcentage. On y retrouve notamment une exposition aux poussières de bois en association avec celle au formaldéhyde dans le secteur de la fabrication des panneaux de bois.

## CONCLUSION

L'exploitation de la base de données COLCHIC, met tout d'abord en exergue le nombre important de secteurs d'activités concernés par l'exposition professionnelle au formaldéhyde. Suivant les informations archivées dans cette base, les secteurs de la fabrication des panneaux de bois et les activités de soins (hôpitaux, laboratoires...) constituent l'essentiel des mesures d'exposition réalisées par les laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM. Les professions les plus fréquemment enregistrées lors de mesures d'exposition au formol sont celles des professions du secteur des activités de soins en relation avec les opérations de désinfection de salles, de stérilisation de matériel d'examen médical et la réalisation d'examen d'anatomopathologie.

Malgré une baisse significative des expositions au formaldéhyde depuis 1987, les situations d'exposition, analysées en terme de dépassement des VLEP recommandées, restent préoccupantes dans pratiquement tous les secteurs d'activités.

Outre les sources primaires d'exposition qui correspondent à l'utilisation de produits fabriqués intentionnellement à base de formaldéhyde (résines, désinfectants...) il ne faut pas négliger les sources secondaires d'exposition que constituent notamment les phénomènes de dégradation thermique (matières plastiques) ou de combustion (gaz d'échappement).

La co-exposition à d'autres aldéhydes est présente dans un grand nombre de secteurs d'activité concernés par l'exposition au formaldéhyde, c'est particulièrement le cas dans les établissements appartenant au secteur des activités de soins. L'exposition associée à d'autres agents chimiques est également prédominante dans un grand nombre d'activités.

Certains fabricants préconisent aujourd'hui d'utiliser le 1,3,5 - trioxane (trimère cyclique du, formaldéhyde n° CAS 110-88-3) en remplacement du formaldéhyde [30]. Malgré l'avantage lié à sa faible tension de vapeur, cette substance se transforme rapidement en formaldéhyde dans les systèmes non aqueux. Le 1,3,5,-trioxane est classé toxique pour la reproduction de catégorie 3 en Europe [14].

Reçu le : 01/07/2005

Accepté le : 07/04/2006

TABLEAU VIII

Liste des principaux métiers exposés au formaldéhyde depuis 2002  
 List of principal occupations exposed to formaldehyde since 2002

Code ROME	Libellé Métier	Nombre	%
24212	Technicien de laboratoire d'analyses médicales	159	12,9
45113	Opérateur sur machines de formage des matières plastiques et du caoutchouc	108	8,7
31211	Biologiste médical (Anatomocyto-pathologiste)	82	6,6
45122	Opérateur sur machines et appareils de fabrication des industries agroalimentaires	73	5,9
45322	Opérateur de production de papier-carton	71	5,7
46321	Conducteur de machines de fabrication des industries de l'ameublement et du bois (et matériaux associés)	71	5,7
45121	Pilote d'installation des industries agroalimentaires	46	3,7
45311	Opérateur de production de panneaux à base de bois	45	3,6
45421	Modeleur-mouliste	36	2,9
11211	Nettoyeur/nettoyeuse de locaux et de surfaces	32	2,6
45412	Agent main de finition, contrôle et conditionnement	29	2,3
44312	Affûteur	28	2,3
45411	Opérateur sur machines de finition, contrôle et conditionnement	27	2,2
24111	Aide soignant	26	2,1
45212	Opérateur de production des métaux	24	1,9
45112	Opérateur sur appareils de transformation physique ou chimique	23	1,9
47124	Préparateur en produits de la pêche	23	1,9
45111	Pilote d'installation des industries chimiques	22	1,8
45232	Opérateur de production de céramique et de matériaux de construction	20	1,6
12131	Secrétaire bureautique polyvalent/polyvalente	17	1,4
52211	Technicien de fabrication de la construction mécanique et du travail des métaux	17	1,4
44135	Ajusteur mécanicien	17	1,4
47121	Opérateur de transformation des viandes	15	1,2
31111	Médecin praticien	12	1,0
46116	Apprêteur des industries des matériaux souples (cuir et matériaux associés)	2	1,0
44142	Agent de traitement de surface	11	0,9
24122	Infirmier de service spécialisé	10	0,8
44151	Contrôleur de fabrication de la construction mécanique et du travail des métaux	10	0,8
46122	Conducteur de machines de fabrication de produits textiles	9	0,7
46231	Conducteur de machines de façonnage (imprimerie)	9	0,7
44111	Agent d'usinage des métaux	8	0,6
53121	Cadre technique d'études scientifiques et de recherche fondamentale	8	0,6
52232	Technicien/technicienne de laboratoire de contrôle de fabrication des industries de process	8	0,6
46131	Conducteur de machines d'ennoblissement textile	8	0,6

TABLEAU IX

**Statistiques sur les niveaux d'exposition pour les principales tâches**  
 Exposure level statistics for the main tasks

Tâches		Durée de prélèvement										
		≤ 15 minutes / VLEP Court terme					[60-480 minutes] / VLEP-8 heures					
Code	Libellé	N	Moyenne	Médiane	Etendue	P <sub>1b</sub>	N	Moyenne	Médiane	Etendue	P <sub>90</sub> <sup>d</sup>	P <sub>2c</sub>
A5440	Conduite/surveillance de machines à encoller	109	0,82	0,66	0,012-3,26	37,6	514	0,37	0,19	0,001-4,6	0,79	17,1
A3320	Conduite/surveillance de presses, extrudeuses...	84	0,93	0,29	0,008-21,5	15,4	481	0,41	0,22	0,001-4,8	1,05	21,2
B8030	Réalisation d'exams d'anatomopathologie	116	1,33	0,66	0,005-8,34	31,4	272	0,40	0,19	0,001-8,6	0,97 1	1,2
B8020	Réalisation d'analyses diverses, biologiques, bactériologiques	57	3,05	1,78	0,03-12,1	57,1	236	1,04	0,42	0,001-14,2	2,81	27,1
A8610	Travaux dans locaux tels que chaufferies, salle de compresseurs	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	268	0,22	0,03	0,001-2,9	0,79	6,6
B8010	Stérilisation de matériel d'examen, chirurgical...	90	0,24	0,05	0,001-4,7	2,8	156	0,37	0,02	0,002-42	0,24	2,2
A3020	Conduite/surveillance de mélangeurs 2	4	2,04	0,87	0,12-21,6	37,6	119	0,51	0,23	0,002-15,7	0,99	23,1
A5050	Conduite/surveillance de machines d'usinage par abrasion mécanique	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	140	0,33	0,29	0,008-1,9	0,70	16,7
B2110	Conduite/surveillance d'installations de fabrication de noyaux par le procédé CRONING	26	2,24	0,13	0,04-31,9	11,8	102	0,35	0,27	0,006-3,1	0,56	15,2
B8040	Réalisation d'anesthésies en salle d'opération	28	0,59	0,21	0,003-2,5	15,4	62	0,05	0,03	0,002-0,5	0,09	0,1
A3120	Conduite/surveillance de machine à mouler	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	113	0,56	0,27	0,014-1,9	1,38	29,1
B6999	Autres travaux dans l'industrie alimentaire	42	1,69	0,21	0,005-10,9	23,4	52	0,16	0,09	0,001-0,4	0,36	9,9
A4020	Conduite/surveillance de fours, de creusets	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	86	0,26	0,06	0,006-3,9	0,71	6,8
A5120	Soudage à l'air chaud (matières plastiques)	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	66	0,61	0,04	0,002-4,8	3,40	14,1
A8510	Réalisation d'essais, d'analyses physico-chimiques, biologiques	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	58	0,42	0,32	0,02-1,6	0,94	21,8
A5020	Conduite/surveillance de machines d'usinage par enlèvement de matière	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	94	0,19	0,05	0,006-2,3	0,48	4,5
A3310	Pilotage de presses, d'extrudeuse, machines à injecter, à thermoformer...	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	70	0,14	0,07	0,003-0,64	0,43	5,8
A8030	Conduite/surveillance d'installation de stérilisation	Ins. <sup>a</sup>	-	-	- 47	0,64	0,34	0,008-4,3	1,39	28,3		
A5040	Conduite/surveillance de machines d'usinage par déformation de la matière	Ins. <sup>a</sup>	-	-	-	-	61	0,71	0,37	0,003-3,4	1,82	35,6

a Nombre de résultats insuffisant - **Insufficient number of results**

b Probabilité (en %) de dépassement de la VLEP-Court terme (1,23 mg/m<sup>3</sup>) - **Probability (%) of exceeding TLV-STEL (1.23 mg/m<sup>3</sup>)**

c Probabilité (en %) de dépassement de la VLEP-8 heures (0,61 mg/m<sup>3</sup>) - **Probability (%) of exceeding TLV-TWA (0.61 mg/m<sup>3</sup>)**

d Percentile 90 : 90 % des résultats sont inférieurs à cette valeur - **centile 90 : 90 % of results are under this value**

TABLEAU X

**Statistiques sur les niveaux d'exposition pour les autres tâches et par branche d'activité, prélèvements d'une durée comprise entre 60 et 480 minutes (comparaison à la VLEP - 8 heures)**

Exposure level statistics for other tasks, by activity branch: sampling periods between 60 and 480 min (comparison with TLV – TWA)

Branche d'activité	N	Moyenne	Médiane	Etendue	P <sub>90</sub> <sup>d</sup>	P <sub>25</sub> <sup>c</sup>
AA- Métallurgie	516	0,16	0,06	0,001-3,9	0,38	5,7
BB - BTP	85	0,53	0,16	0,002-3,6	1,54	23,4
CC – Transports, eau, énergie	123	0,30	0,05	0,001-1,6	0,99	13,9
DD – Services commerces	74	0,21	0,04	0,002-5,2	0,29	4,9
EE – Chimie, plasturgie..	348	0,63	0,12	0,001-19,6	1,37	19,6
FF-Bois, Ameublement...	694	0,37	0,17	0,001-11,6	0,88	17,1
GG – Commerce non alimentaire	32	0,18	0,06	0,007-2,3	0,39	4,8
HH- Services I	63	0,13	0,03	0,002-1,3	0,45	4,1
II – Services II	63	0,76	0,13	0,001-7,6	2,31	24,7

c Probabilité (en %) de dépassement de la VLEP - 8 heures (0,61 mg/m<sup>3</sup>)

Probability (%) of exceeding TLV-TWA (0.61 mg/m<sup>3</sup>)

d Percentile 90 : 90 % des résultats sont inférieurs à cette valeur

Centile 90 : 90 % of results are under this value

TABLEAU XI

**Probabilité de co-exposition à d'autres aldéhydes**

Probability of co-exposure to other aldehydes

Nom	N° CAS	Pr Co-Ex (%)	Secteurs d'activités concernés et Probabilités de Co-exposition (%)
Acétaldéhyde	75-07-0	10,1	Transformation des matières plastiques – 1,7 Activités de soins – 1,1 Industries alimentaires – 0,7 Transports urbains – 0,6 Industrie du poisson – 0,5 Fabrication de panneaux de bois – 0,4 Fonderie – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
Glutaraldéhyde	111-30-8	6,4	Activités de soins – 4 Industrie du poisson – 0,3 Transformation des matières plastiques – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
Acryaldéhyde (acroléine)	107-02-8	1,4	Industrie du poisson – 0,4 Fabrication de biscottes – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
Ethanedialdéhyde (glyoxal)	107-22-2	1,2	Activités de soins – 0,9 Transformation des matières plastiques – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
2-Furaldéhyde	98-01-1	1	Industrie du poisson – 0,4 Fabrication de carton ondulé – 0,2 Autres secteurs d'activités < 0,2
Crotonaldéhyde	4170-30-3	0,2	Fabrication de lampes et d'appareils d'éclairage – 0,04 Fabrication de cycles et motocycles – 0,04 Fabrication de meubles – 0,04 Autres secteurs d'activités < 0,04
Propionaldéhyde	123-38-6	0,1	Fabrication d'emballages métalliques – 0,05 Activités de base de données – 0,05 Autres secteurs d'activités < 0,05

**TABLEAU XII**

**Probabilité d'exposition associée à d'autres agents chimiques  
(liste non-exhaustive)**

**Probability of associated exposure to other chemicals  
(non-exhaustive list)**

Nom	N° CAS	Pr Co-Ex (%)	Secteurs d'activités concernés et Probabilités d'exposition associée (%)
Toluène	108-88-3	12,4	Activités de soins – 5,2 Transformation des matières plastiques – 1,2 Fabrication de meubles – 0,8 Industries du cuir et de la chaussure – 0,6 Métallurgie – 0,5 Construction – 0,4 Travail des métaux – 0,4 Recherche et développement – 0,4 Industrie chimique – 0,4 Autres secteurs d'activités < 0,3
Poussières de bois	-	6,4	Fabrication de panneaux de bois – 2 Fabrication de meubles – 1 Fabrication de charpentes – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
Phénol	108-95-2	8,4	Industrie chimique - 1,7 Fonderie – 1,6 Industrie textile-1,2 Transformation des matières plastiques – 0,9 Fabrication de machines et équipements –0,6 Industrie automobile – 0,5 Travail du bois – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
Xylènes	1330-20-7	7,7	Activités de soins – 3,5 Transformation des matières plastiques – 0,9 Travail des métaux – 0,7 Métallurgie – 0,4 Fabrication de meubles – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
Alcool éthylique	64-17-5	6,7	Activités de soins – 4 Fabrication d'articles en papier – 0,4 Laboratoires de recherche – 0,3 Autres secteurs d'activités < 0,3
Acétone	67-64-1	4,9	Transformation des matières plastiques – 1,2 Fabrication de meubles – 0,4 Fabrication d'autres ouvrages en métaux – 0,4 Autres secteurs d'activités < 0,3
Méthyléthylcétone	78-93-3	4,2	Transformation des matières plastiques – 0,9 Fabrication d'articles de voyage et de maroquinerie – 0,5 Fabrication d'autres ouvrages en métaux – 0,4 Autres secteurs d'activités < 0,3

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Aldéhyde formique et solutions aqueuses. Fiche toxicologique N° 7, INRS, 1997, 6 p.
- [2] IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Lyon, Centre international de recherche sur le cancer, 1995, Vol 65, 217 p.
- [3] Données de référence du commerce extérieur de la France, élaborées et publiées par la direction générale des douanes et droits indirects. Disponible sur <http://lekiosque.finances.gouv.fr> (consulté le 6/06/2005).
- [4] Les fonderies : procédés de noyautage. Dossier médico-technique 55 TC 46, INRS, 1993, 8 p.
- [5] Arrêté interministériel du 06/05/1988 relatif à la teneur maximale en formaldéhyde provenant de l'injection des mousses urée-formol dans les locaux à usage d'habitation ou destiné à une occupation humaine permanente ou semi-permanente, Journal officiel "Lois et Décrets" du 08/05/1988, p. 6779.
- [6] G. HECHT et al. Exposition aux produits chimiques dans l'industrie agro-alimentaire. Les risques professionnels lors d'opérations de nettoyage et de désinfection. Cahiers de Notes Documentaires, ND 2109-176-99, INRS, 1999.
- [7] M. KLEBER, W. FOLLMANN, M. BLASZKEWICZ. Assessing the genotoxicity of industrial cutting fluids under conditions of use. Toxicology Letters, 2004, 151, pp. 211-217.
- [8] N. ROSENBERG. Asthme professionnel dû aux désinfectants employés en milieu hospitalier. Documents pour le médecin du travail, dossier 84 TR 26, INRS, 2000, pp.435-443.
- [9] e-phy. Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France. Disponible sur <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> (Site consulté le 7/06/2005).
- [10] K. SVENDSEN, H.N. JENSEN, I. SIVERSTEN and A.K. SJAASTAD. Exposure to coking fumes in restaurant kitchens in Norway. Ann. Occup. Hyg., 2002, 46, pp. 395-400.
- [11] F. DIEBOLD, G. HUBERT, J.C. LIMASSET. Autobus urbains, exposition des conducteurs à la pollution produite par les gaz d'échappement des autres véhicules. Cahiers de Notes Documentaires, ND 1900-14-92, INRS, 1992.
- [12] INSERM expertise collective. *Tabac : comprendre pour agir*. Paris : Les éditions Inserm. (2004), 446 p.
- [13] IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Lyon, Centre international de recherche sur le cancer, Vol 88, en préparation.
- [14] European chemical Substances Information System (ESIS). Disponible sur <http://ecb.jrc.it/> (site consulté le 7/06/2005).
- [15] R. VINCENT, T. KAUPPINEN, J. TOIKKANEN, D. PEDERSEN, R. YOUNG, M. KOGEVINAS. CAREX, Système international d'information sur l'exposition professionnelle aux agents cancérigènes en Europe. Cahiers de Notes Documentaires de l'INRS, ND 2113-176-99, 1999, 176, pp. 49-58.
- [16] DARES, Enquête SUMER 2003, les expositions aux produits cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques. (en préparation)
- [17] B. CLARISSE, A.M. LAURENT, N. SETA, Y. LE MOULLEC, A. EL HASNAOUI and I. MOMAS. Indoor aldehydes : measurement of contamination levels and identification of their determinants in Paris dwellings. Environmental Research, 2003, 92 pp. 245-253.
- [18] K. SAKAI et al. A comparison of indoor air pollutants in Japan and Sweden : formaldehyde, nitrogen dioxide and chlorinated volatile organic compounds . Environmental Research, 2004, 94 pp. 75-85.
- [19] K.B. RUMCHEV et al. Domestic exposure to formaldehyde significantly increases the risk of asthma in young children. Eur Respir J, 2002, 20, pp. 403-408.
- [20] W.F. BERGFELD et al. Safety of ingredients used in cosmetics. J Am Acad Dermatol, 2005, 52, pp.125-132.
- [21] N. SUGAYA et al. Development of a headspace GC/MS analysis for carbonyl compounds (aldehydes and ketones) in household products after derivatization with o-(2,3,4,5,6-pentafluorobenzyl)hydroxylamine. Anal Sci., 2004, 20(5), pp.865-70.
- [22] E. CRONIN. Formaldehyde is a significant allergen in women with hand eczema. Contact Dermatitis, 1991, 25(5), pp.276-82.
- [23] Metropol, Recueil des méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air, Fiche 001-Aldéhydes, INRS. Disponible sur <http://www.inrs.fr/> (site consulté le 7/06/2005).
- [24] R. VINCENT, B. JEANDEL. Apport de la base de données COLCHIC dans le repérage des nuisances chimiques en milieu professionnel. Revue de Médecine du travail, 1997, 4, pp. 174-176.
- [25] R. VINCENT, B. JEANDEL. COLCHIC, Occupational exposure to chemical agents database : current content and development perspectives. *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, 2001, 16(2), pp. 115-121.
- [26] Nomenclature des Activités Françaises – NAF rév.1, 2003. INSEE. Disponible sur [http://www.insee.fr/fr/nom\\_def\\_met/nomenclatures/nomenclatures.htm](http://www.insee.fr/fr/nom_def_met/nomenclatures/nomenclatures.htm) (consulté le 7/06/2005).
- [27] B. CARTON. COLCHIC chemical exposure database : information on lead and formaldehyde. *Appl Occup Environ Hyg*, 1995, 10(4), pp. 345-350.
- [28] Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois. ANPE, La Documentation Française, Paris, 1995.
- [29] Glutaraldehyde, Occupational hazards in hospitals. DHHS (NIOSH), 2001, Publication No. 2001-115.
- [30] 1,3,5- Trioxane, USEPA HPV challenge program submission, 2000. Disponible sur <http://www.epa.gov/chemrtk/triox/c12863a.pdf> (site consulté le 7/06/2005).