

## Actualités sur le formaldéhyde

G Lasfargues,  
G Boulanger, C Solal



## Formes physiques utilisées

- Formaldéhyde en **solution aqueuse**
  - *Service funéraire, anatomopathologie*
- **Résines** urée formol
  - *Bois et ameublement*
- **Résines** mélamine-formol
  - *Peintures et laques*
- **Résines** phénoliques
  - *Produits de construction*
- Polyoxyméthylène
  - *Plastiques automobiles*
- **Intermédiaires** chimiques, libérateurs de formol
  - *Cosmétiques*



## Formes commercialisées

- Principalement sous forme liquide
  - **formol** contenant 30 à 50 % (en poids) de formaldéhyde dans une solution d'eau et la plupart du temps d'alcool pour éviter sa polymérisation (généralement 10 à 15 % de méthanol)
- Mais aussi, sous forme solide
  - **paraformaldéhyde** (polymère), sous forme de poudre ou de cristaux blancs, contenant environ 90 % à 93 % de formaldéhyde et jusqu'à 10 % d'eau
  - le **trioxane** (trimère), solide cristallin



## Marché

Source	Production	Consommation	Importation / exportation
Ministère de l'Industrie	79200 tonnes (2002) 117600 tonnes (1995)		
Etude de la direction générale des entreprises	300 000 tonnes (2005)	280 000 tonnes (85 et 90 % pour la fabrication de résines aminoplastes et phénoplastes)	En 2005, 68 000 tonnes importées (Pays-Bas, Espagne, Allemagne, Italie et de Belgique) En 2005, environ 8 500 tonnes exportées (Belgique)
Données des douanes			de juin 2006 à mai 2007, 73216 tonnes importées (Pays Bas, Belgique, Espagne et d'Allemagne)
Inventaire des agents et procédés CMR réalisé par l'INRS		126 352 tonnes de formaldéhyde en 2005, pour 30 secteurs d'activité « primaires » analysés	



## Marché

Source	Production	Consommation	Importation / exportation
Ministère de l'Industrie	79200 tonnes (2002) 117600 tonnes (1995)		
Etude de la direction générale des entreprises	300 000 tonnes (2005)	280 000 tonnes (85 et 90 % pour la fabrication de résines aminoplastes et phénoplastes)	En 2005, 68 000 tonnes importées (Pays-Bas, Espagne, Allemagne, Italie et de Belgique) En 2005, environ 8 500 tonnes exportées (Belgique)
Données des douanes			de juin 2006 à mai 2007, 73216 tonnes importées (Pays Bas, Belgique, Espagne et d'Allemagne)
Inventaire des agents et procédés CMR réalisé par l'INRS		126 352 tonnes de formaldéhyde en 2005, pour 30 secteurs d'activité « primaires » analysés	

La consommation annuelle de formaldéhyde en France se situe entre **125 000 et 280 000 tonnes** (estimation pour 2005)

Différence en raison du référentiel (équivalent de solution à 37 % vs formol pur)



## Intermédiaire de synthèse

Produits	Proportion de formaldéhyde utilisé dans leur fabrication
Résines urée-formol	55 %
Résines mélamine-formol	14 %
Résines phénol-formol	7 %
résines polyacétals (POM)	6 %
MDI	5 %
1,4-butanediol	4 %
Pentaérythritol	3 %
Autres (pyridines, TMP, hexaméthylènetétramine, agents chélateurs, fertilisants à libération prolongée, santé...)	5 %



## Propriétés du formaldéhyde

- Agent désinfectant (dispersé par fumigation), **biocide** (germicide, insecticide, fongicide), antiseptique et additif antibactérien
- **Fixateur** pour les pièces histologiques
- Agent **liant**
- Agent réducteur ou oxydant dans les processus impliquant des réactions d'oxydoréduction
- Agent **tannant**



## Principaux secteurs concernés

Médical	<i>Vaccins, conservation des tissus, chirurgie</i>
Agricole	<i>Herbicides, fongicides, désinfection des locaux</i>
Agro-alimentaire	<i>Auxiliaire technologique en sucrerie</i>
Cosmétiques	<i>Vernis durcisseurs, shampoings, déodorants</i>
Produits d'entretien	<i>Dépoussiérants, blocs WC, décapants</i>
Adhésifs, colles	<i>Fibres de verres, panneaux de fibres, meubles, colles carrelage</i>
Revêtements	<i>Peintures, cires, laques, vernis, canettes</i>
Papier, imprimerie	<i>Papier, emballages, encres d'imprimerie</i>
Textiles, cuir	<i>Habillement, rideaux, colorants, apprêts</i>

## Applications domestiques

- De nombreux produits concernés
  - Extraction de la base de données des CAPTV : 4 118 préparations – soit 5% de l'ensemble des préparations référencées dans la BNPC
  - Agent de conservation dans les nettoyants domestiques, les détergents pour vaisselle, les adoucissants...
  - Résines dans les meubles en contreplaqué...
- **Evolution notable en faveur d'une baisse voire d'une disparition** des concentrations de formaldéhyde dans les produits de consommation émergents
- Cependant, évolution au profit d'une **apparition croissante de libérateurs de formaldéhyde** (2 017 préparations déclarées comme contenant un ou plusieurs libérateurs de formaldéhyde dans la BNPC)



## Risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements professionnels



agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

## Démarche retenue

- *Technical Guidance Document* (2003) utilisé dans l'élaboration des *Risk Assessment Reports* européens
  - Caractérisation de l'exposition
    - Estimation des professions exposées : SUMER 2003
    - Estimation des niveaux d'exposition : COLCHIC 2002-2007
    - Bibliographie complémentaire (Medline)
  - Caractérisation du danger
    - VLEP recommandées par l'Afsset
  - Caractérisation du risque



## Les populations exposées

- Trois sources
  - Carex 1995 (307 000 travailleurs)
  - SUMER 2003 (193 000 travailleurs)
  - Inventaire CMR 2005 (41 874 dans les secteurs primo-utilisateurs dont 13 480 dans le secteur de l'industrie pharmaceutique)



## Sumer 2003

- Population étudiée
  - Régime général SS
  - Régime agricole
  - Hôpitaux publics
  - EDF-GDF
  - La Poste
  - La SNCF
  - Air France
- Population non étudiée
  - Fonctionnaires (Défense, Education nationale...)



## Professions exposées

- 105 professions exposées au formaldéhyde
  - 60% : santé, production panneaux bois...
- Ordre décroissant par nombre de mesures disponibles
  - Technicien/ne en laboratoire d'analyses médicales
  - Opérateur/trice machines formage matières plastiques
  - Opérateur/trice production panneaux bois
  - Anatomopathologistes...
- Limite de ce travail : professions exposées non identifiées (ex : thanatopracteurs)



## EXPOSITIONS dans le BTP

- Construction : Nombre de salariés potentiellement exposés
  - SUMER : 10544      formaldéhyde : 6851  
résines : 3693
  - CAREX : 2100
- Fréquence d'exposition → COLCHIC  
BTP : expositions
  - permanente (> 6h/jour ou > 5 mois/an) : 91,43%
  - courante (2 - 6h/jour ou 2-5 mois/an) : 7,62%
  - intermittente (30-120 min/jour ou 15 j -2 mois/an) : 0,95%



## Les niveaux d'exposition

- Données de la littérature 10 dernières années (environ 75 articles)
- Base de données MEGA (Allemagne)
- Base de données COLCHIC



## Données d'exposition en mg.m<sup>-3</sup>

- Exposition – 8 heures

Moy	Med	Etendue	P75	P90
0,59	0,41	0,003 – 4,61	0,77	1,33

- Exposition court terme

Moy	Med	Etendue	P75	P90
1,82	2,19	0,3 – 4	2,74	3,46

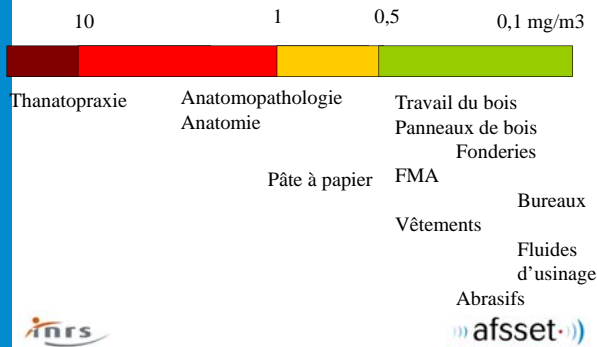


## VLEP recommandées par l'Afsset

- Valeur limite court terme (VLCT)
  - 0,5 mg.m<sup>-3</sup> (0,4 ppm)
  - Lang *et al.* (2008)
  - Effet critique : irritation oculaire objectivée
- Valeur limite d'exposition professionnelle 8 heures (VLEP-8h)
  - 0,25 mg.m<sup>-3</sup> (0,2 ppm)
  - Arts *et al.* (2008), Paustenbach *et al.* (1997)
  - Irritation oculaire et respiratoire : précurseur des effets cancérigènes



## Données de la littérature



## Analyse par secteur d'activités

- Plus de 200 secteurs concernés
- Expositions les plus élevées
  - Agriculture
  - Chimie
  - Commerce
  - **Construction**
  - Pompes funèbres
  - Services aux entreprises...



## Caractérisation des risques professionnels

- **Identification des dangers**  
Afsset, IARC (2006), NICNAS (2006), BfR, SCOEL...  
MedLine de mai 2006 à février 2008
- **Caractérisation des expositions professionnelles :**  
Niveaux d'exposition archivés dans « Colchic » (2002-2007)  
Estimation des populations exposées SUMER 2003



## Risques court terme

- Données d'exposition peu nombreuses  
→ Faible représentativité
  - **Plus de 78 000 / 193 000 travailleurs** (source Sumer) > 0,5 mg.m<sup>-3</sup>
    - Réalisation d'examens ACP
    - Industrie alimentaire
    - Agriculture
    - **Construction**
    - Santé et action sociale
- **Risque d'irritation oculaire a minima**



## Risques long terme

- **65 000 / 193 000 travailleurs** > 0,25 mg.m<sup>-3</sup>
  - Fréquence d'exposition également répartie entre « permanente » et « intermittente »
  - Secteurs les plus à risque
    - Santé et soins aux personnes (ACP, thanatopraxie) → dépasse dizaine de mg.m<sup>-3</sup>
    - Industrie chimique
    - Agriculture...
- **Risque d'irritation respiratoire et oculaire**
- Secteurs > 1,23 mg.m<sup>-3</sup> (LOAEL défini pour l'irritation du tractus respiratoire)
- **Risque d'irritation des voies respiratoires**



## Risques cancérogènes

- Négligeable si < 0,25 mg.m<sup>-3</sup> (irritation)  
→ absence d'excès significatif de risque de cancer du nasopharynx pour des concentrations dans l'air < 0,3 mg.m<sup>-3</sup> (Decos)
- Ne peut être exclu si [0,25 mg.m<sup>-3</sup> - 1,23 mg.m<sup>-3</sup>] (seuil prévenant de l'irritation respiratoire et de la survenue de CNP)
  - 9% travailleurs > 1,23 mg.m<sup>-3</sup>
- **Risque existant si > 1,23 mg.m<sup>-3</sup>**
- **Augmentation du risque relatif de CNP si expositions répétées > 5 mg.m<sup>-3</sup>**
  - Agriculture, Santé et action sociale, Industrie alimentaire, Construction...



### Estimation du nombre de salariés exposés

- SUMER Construction : 10544  
source données d'exposition : COLCHIC
- > 0,15 mg.m<sup>-3</sup> : 6716
- > 0,25 mg.m<sup>-3</sup> : 5470 (IC 95% : 4228 – 6827)
- > 0,50 mg.m<sup>-3</sup> : 3679
- > 0,62 mg.m<sup>-3</sup> : 3140
- > 1,23 mg.m<sup>-3</sup> : 1779



### Recommandations de l'Afsset

- Nombre important de travailleurs exposés au formaldéhyde avec risques d'irritations et, pour certaines catégories, de CNP
- Nécessité de mettre en place un « *plan formaldéhyde* » pour :
  - Renforcer les actions de prévention
  - Renforcer la surveillance des travailleurs
  - Améliorer les connaissances



### Actions de prévention

- Substitution
  - Engagement des industriels dans une politique de substitution
  - Echange et communication (site de l'Afsset : [substitution-cmr.fr](http://substitution-cmr.fr))
- Réduction des expositions
  1. Modification procédés industriels
  2. EPC
  3. EPI
- Abaissement des VLEP existantes
  - VLEP recommandées par l'Afsset → contraignantes



### Surveillance travailleurs exposés

- Médecine du travail
  - Protocole pour surveillance et identification de survenue de CNP
- Nouvelle évaluation niveaux d'exposition
  - Apprécier efficacité des mesures
- Cibler les actions pour les secteurs les plus exposés au formaldéhyde (notamment PME, TPE, sous-traitance)



### Amélioration des connaissances

- Caractérisation de la relation dose-réponse pour le cancer du nasopharynx
- Données d'exposition dans les secteurs tertiaires
- Matrice emplois-exposition historisée (expositions anciennes)
- Données sur l'exposition cutanée
- Libérateurs de formaldéhyde: identification et cinétique d'émission



### Conclusion

- Divergences méthodologiques entre pratiques d'ERS en milieu général et en milieu professionnel
  - nécessaire de mener une réflexion visant à une clarification des pratiques et une mise en cohérence



## Relations entre émission et composition



agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

## Modélisation

- Objectif : identifier les contributeurs majoritaires de la concentration en formaldéhyde dans l'air intérieur des logements
- Possibilité
  - Modélisation source par source
  - Modélisation des sources continues en « bruit de fond » avec sources ponctuelles
- Données nécessaires
  - Facteurs d'émission (produits de consommation courante, liquides usage bois, ameublement, colles, produits de construction)
  - Scenario d'utilisation : fréquence, durée dans une journée



agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

## Limites de la modélisation

- **Pas de prise en compte des réactivités chimiques**
  - Formation secondaire (terpènes, ozone)
  - Libération secondaire par des matériaux (adsorption de l'ozone sur matériaux)
  - Présence de libérateurs de formol dans les compositions
- Hypothèse d'aération par milieu extérieur non contributeur en formaldéhyde ou en précurseurs de la formation de formaldéhyde
- Modélisation globale (multi-sources) complexe



agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

## Conclusions

- Absence de modélisation
  - Hétérogénéité des résultats d'émission
  - Profil cinétique d'émission inexpliqué compte tenu des données de composition disponibles
- Plus pertinent de s'appuyer sur les tests d'émission que sur la composition des produits



agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

## Perspectives

- Publication sous 15 jours des trois rapports présentés et de l'avis de l'Agence
- Juin 2009: proposition d'une note de synthèse globale sur l'ensemble des travaux conduits par l'Afsset sur le formaldéhyde
  - Saisine Formaldéhyde
  - VGI
  - VLEP
  - Substitution CMR
  - Protocole d'émission COV



agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail