

# ÉMISSIONS DU BITUME LORS DE LA FABRICATION ET DU SOUDAGE DE MEMBRANES BITUMINEUSES

Lors de la fabrication de membranes bitumineuses et du soudage de ces membranes au chalumeau, les salariés sont exposés aux vapeurs et aux aérosols émis par le bitume chaud. Les mesures dans l'air des lieux de travail effectuées en France et en Allemagne, ainsi que dans plusieurs autres pays européens, montrent toutes des expositions très faibles.

Le groupe de réflexion BITUME effectue depuis plusieurs années des mesures d'exposition lors de la mise en œuvre du bitume chaud en Allemagne, mais aussi dans d'autres pays européens. Dans ce cadre, les concentrations des vapeurs et des aérosols de bitume\* émises lors de la fabrication des membranes bitumineuses, ainsi que lors de travaux de couverture pendant le soudage des membranes, ont été mesurées.

Des données d'exposition lors de la mise en œuvre du bitume chaud sont nécessaires non seulement pour la prévention au travail, mais également pour l'enregistrement Reach (2007) du bitume et pour l'actualisation de la monographie du CIRC (Centre international de recherche sur le cancer). C'est pour cette raison qu'en France, ainsi que dans six autres pays de l'Union européenne, les expositions engendrées lors du soudage des membranes bitumineuses et de la fabrication de ces membranes ont été déterminées.

## LE GROUPE DE RÉFLEXION BITUME

Le groupe de réflexion BITUME a été fondé en 1997 à l'initiative du Ministère fédéral du travail et des affaires sociales allemand - Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Il initie et coordonne les activités relatives aux expositions, aux risques des vapeurs et des aérosols de bitume pour la santé et aux mesures de protection nécessaires.

Dans ce groupe de réflexion sont représentés toutes les institutions et les associations de fabricants et d'utilisa-

\* En Allemagne, on parle de « vapeurs et aérosols de bitume » et non de « fumées de bitume » compte tenu du fait que les émissions du bitume chaud sont composées d'une phase particulaire et d'une phase gazeuse dont la composition est différente de celle du bitume

- Bitume
- Fabrication
- Soudage
- Exposition professionnelle
- Union européenne

► Reinhold RÜHL, Corinne ZIEGLER, BG BAU, département risque chimique

► Uwe MUSANKE, BG BAU, système d'information sur les produits dangereux du BTP

(BG BAU : organisme allemand d'assurance et de prévention des risques professionnels dans le bâtiment)

## BITUMEN EMISSIONS DURING MANUFACTURE AND WELDING OF BITUMEN MEMBRANES

Employees are exposed to bitumen vapour and aerosol emissions during membrane manufacture and torch welding. Air-monitoring data of workplaces in France, Germany and other European countries all reveal very low exposure levels.

- Bitumen
- Manufacture
- Welding
- Occupational exposure
- European union

teurs de bitume ou de matériaux contenant du bitume, comme les constructeurs de routes et les couvreurs, les syndicats, les représentants des ministères, les organismes de prévention des risques professionnels, les toxicologues et autres experts.

Ainsi, la thématique est traitée dans son intégralité et le groupe de réflexion est l'interlocuteur compétent pour toutes les questions relatives à la protection de la santé lors de la mise en œuvre du bitume ou de matériaux contenant du bitume. Depuis plusieurs années, de nombreux experts européens et américains participent aux activités de ce groupe de réflexion. En 2003, l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail lui a décerné le prix de bonnes pratiques.

## FABRICATION DE MEMBRANES BITUMINEUSES

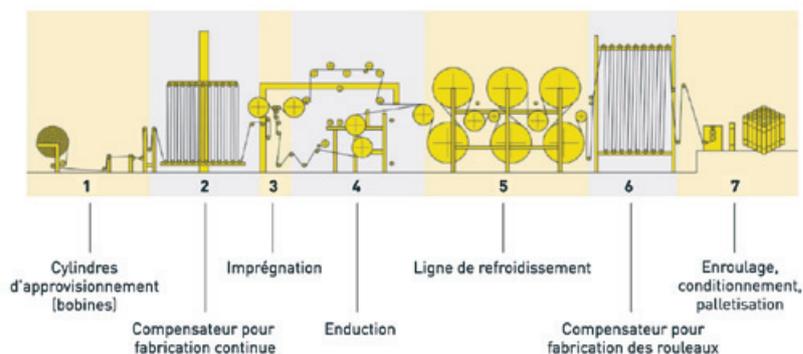
Les membranes bitumineuses sont fabriquées dans des lignes de production partiellement capotées et munies de systèmes d'aspiration (cf. Figure 1).

L'armature est d'abord imprégnée avec du bitume. Le bitume utilisé pour l'enduction est mélangé dans un agitateur clos à une température d'environ 180°C avec 5 à 15 % de polymères et des additifs, comme de la poudre d'ardoise ou de calcaire. L'armature imprégnée est ensuite enduite des deux côtés avec ce mélange à base de bitume. Puis, la face supérieure de la membrane est recouverte de sable, de paillettes d'ardoise, de talc ou de granulats. La membrane terminée est refroidie et conditionnée.

Une membrane bitumineuse contient 12 à 18 % de bitume. Dans le passé, des bitumes oxydés étaient essentiellement utilisés (sans addition de polymères). Aujourd'hui, la plupart des membranes sont des membranes en bitume polymère.

FIGURE 1

### Fabrication de membranes bitumineuses



## LE SOUDAGE DES MEMBRANES BITUMINEUSES

Les membranes bitumineuses arrivent sur le chantier sous forme de rouleaux souvent de 1 m de large et de 5 m de long. Lors de la mise en œuvre, le rouleau est continuellement chauffé avec un chalumeau et déroulé sur le bitume fondu (cf. Figure 2). En plus de ces travaux effectués sur de grandes surfaces, des travaux de détails sont nécessaires dans les angles et les bords, au niveau des gaines de ventilation, des lanterneaux, etc. Lors de ces travaux de finitions, les membranes bitumineuses sont découpées à la bonne taille, chauffées puis collées.

## STRATÉGIE DE MESURAGE

Conformément à l'article 6(4) de la directive 98/24/CE, l'employeur doit procéder régulièrement « aux mesures des agents chimiques pouvant présenter des risques pour la santé des travailleurs sur le lieu de travail qui s'avèrent nécessaires ». Il a également la possibilité de démontrer « par d'autres moyens d'évaluation, qu'il est parvenu à assurer une prévention et une protection suffisantes ».

Bien souvent, les PME ne procèdent pas à des mesures sur les lieux de travail. Les organismes allemands d'assurance et de prévention des risques professionnels - Berufsgenossenschaften (BG) - effectuent ainsi eux-mêmes des mesures afin de connaître la situation d'exposition. Les

FIGURE 2

### Soudage de membranes bitumineuses au chalumeau



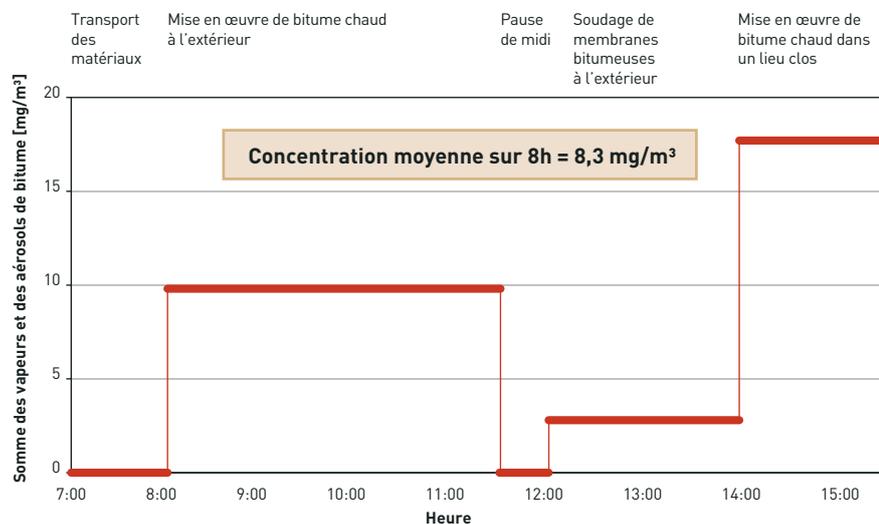
BG sont organisés par branche d'activité professionnelle. Les personnes effectuant les mesures connaissent bien les différents métiers, souvent elles ont exercé elles-mêmes une de ces professions dans le passé. Elles sont ainsi à même de déterminer si les situations rencontrées sur les lieux de travail et dans lesquelles les mesures sont effectuées sont typiques ou exceptionnelles. Lorsque l'exposition d'une certaine activité est mesurée sur différents chantiers, un collectif de données représentatif pour cette activité est obtenu.

Etant donné que le 95<sup>e</sup> percentile (TRGS 420 [4], 4.2(4)) d'un tel collectif de données tient compte également de conditions d'exposition défavorables, les mesures de protection fixées sur la base de ces données d'exposition garantissent une protection suffisante des salariés.

Ces collectifs de données sont publiés en Allemagne dans « des descriptions d'exposition ». Grâce à elles, il est possible de faire une estimation de l'exposition maximale sur des chantiers à venir sans devoir procéder à de nouveaux mesurages. Le groupe de réflexion BITUME a publié des « descriptions

FIGURE 3

Évaluation d'une journée de travail avec différentes activités mettant en oeuvre du bitume chaud. Les expositions proviennent des « descriptions d'exposition » respectives. La concentration moyenne sur 8h a été calculée de la manière suivante :  $1\text{ h} \times 0\text{ mg/m}^3 + 3,5\text{ h} \times 9,8\text{ mg/m}^3 + 0,5\text{ h} \times 0\text{ mg/m}^3 + 2\text{ h} \times 2,8\text{ mg/m}^3 + 1,5\text{ h} \times 17,7\text{ mg/m}^3 / 8\text{ h} = 8,3\text{ mg/m}^3$



Exemple d'une journée de travail d'un couvreur :

Le matin il transporte le matériel nécessaire sur le chantier au niveau supérieur d'un parking, où jusqu'à la pause de midi il pose des plaques d'isolation en verre cellulaire avec du bitume chaud. L'après-midi il soude des membranes bitumineuses, puis, jusqu'à la fin de la journée, il aide son collègue à coller des plaques d'isolation au niveau inférieur du parking.

d'exposition » pour toutes les activités mettant en oeuvre du bitume chaud ([www.gisbau.de/bitumen.html](http://www.gisbau.de/bitumen.html); Expositionsdaten).

Cette stratégie de mesurage est conforme à la norme NF EN 689 « Atmosphères des lieux de travail. Conseils pour l'évaluation de l'exposition aux agents chimiques aux fins de comparaison avec des valeurs limites et stratégie de mesurage ». Dans cette norme, il est défini que la durée d'échantillonnage d'au moins 2 heures lors d'une exposition constante est suffisante pour une représentation d'exposition typique.

Cette stratégie de ne mesurer que pendant les temps d'exposition permet de déterminer concrètement l'exposition pendant une journée de travail composée de différentes activités. Un exemple est représenté *Figure 3*.

Sur les chantiers, la durée et la nature des activités sont très variables. De plus, beaucoup d'activités peuvent très bien être également exercées pendant toute une journée de travail. C'est pour cela, qu'en règle générale, dans les « descriptions d'exposition », il n'est pas tenu compte des pauses ou des activités non exposées. Ceci peut néanmoins être

effectué par les employeurs - selon la description de la *Figure 3* - pour un cas particulier dans le cadre de l'évaluation des risques.

## MÉTHODE D'ANALYSE

Il n'existe à l'heure actuelle aucune standardisation des méthodes de mesurage des vapeurs et des aérosols de bitume. La méthode de mesurage utilisée en Allemagne collecte les aérosols et les vapeurs de bitume (Méthode BGIA n°6305), car lors de la mise en oeuvre à chaud du bitume se dégagent non seulement des particules mais aussi des vapeurs. Le dispositif de prélèvement GGP utilisé est une modification du système d'échantillonnage pour les aérosols inhalables auquel est rajoutée une cartouche pour les vapeurs. Les aérosols sont collectés sur un filtre en fibre de verre de diamètre 37 mm et les vapeurs sont absorbées sur 3 g d'Amberlite™ XAD-2 avec un débit de 3,5 l/minute. Les vapeurs et les aérosols sont extraits du filtre et de la résine XAD-2 avec du tétrachloréthylène. L'analyse est effectuée au spectromètre infrarouge (BGIA 2008 ; Kenny et al. 1997).

TABLEAU I

Nombre de mesures d'exposition aux vapeurs et aérosols de bitume [ $\text{mg/m}^3$ ] effectuées dans différents pays européens

Pays	Nombre de mesures lors de la fabrication	Nombre de mesures lors du soudage
Pays-Bas	10	12
Italie	13	6
Suède	10	7
Espagne	3	2
France	2	4
Autriche	6	2
Belgique	5	0
Allemagne	38	44

La limite de détection pour les aérosols et pour la somme des vapeurs et des aérosols de bitume est, pour une durée d'échantillonnage de 2 heures, de  $0,5\text{ mg/m}^3$ .

Tous les résultats présentés dans cet article ont été obtenus à l'aide de cette méthode d'analyse.

## EXPOSITIONS LORS DE LA FABRICATION DE MEMBRANES BITUMINEUSES

Entre 1994 et 2009, 87 mesures ont été effectuées sur des lignes de production de membranes bitumineuses dans huit pays européens (*Tableaux I et II*). La plupart des prélèvements ont été effectués à poste fixe, près du poste de commande situé à proximité de l'imprégnation et l'enduction de l'armature où l'exposition est la plus importante. Compte tenu du fait que le conducteur de la ligne de production n'y est que temporairement présent, les mesurages réalisés correspondent à des mesurages du pire des cas.

**TABLEAU II**

**Aperçu des valeurs d'exposition aux vapeurs et aux aérosols de bitume déterminées lors de la fabrication de membranes bitumineuses en Europe [mg/m<sup>3</sup>]**

87 mesures	Fraction < Ldd	Valeur minimale	Médiane	95 <sup>e</sup> percentile	Valeur maximale
Vapeurs et aérosols	0 %	0,20	1,4	<b>3,7</b>	6,1
Aérosols	80 %	0,06*	0,25*	<b>0,37</b>	0,60

\* Pour les résultats inférieurs à la limite de détection (Ldd), on retient la moitié de cette limite de détection pour les statistiques

**TABLEAU III**

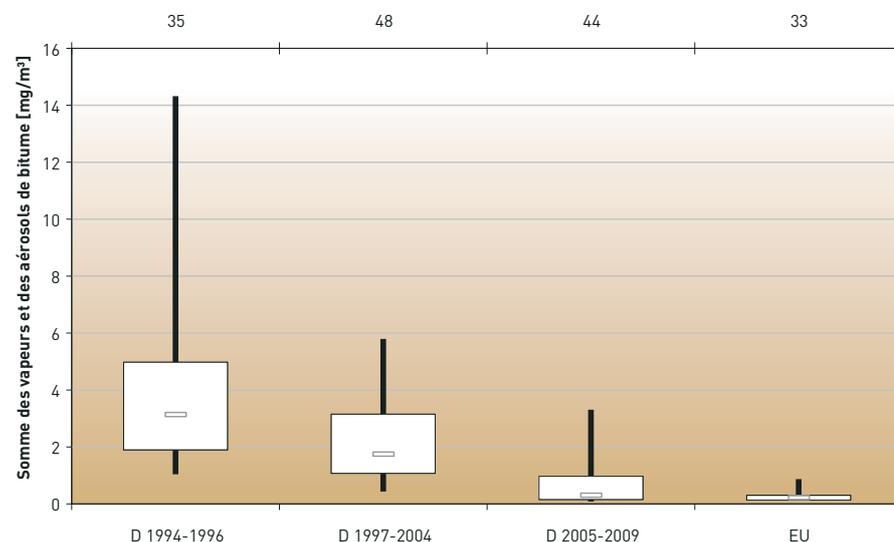
**Valeurs d'exposition aux aérosols et aux vapeurs de bitume déterminées en Europe de 2005 à 2009 lors du soudage de membranes bitumineuses [mg/m<sup>3</sup>]**

77 mesures	Fraction < Ldd	Valeur minimale	Médiane	95 <sup>e</sup> percentile	Valeur maximale
Vapeurs et aérosols	60 %	0,05*	0,25*	<b>2,8</b>	6,4
Aérosols	82 %	0,05*	0,17*	<b>1,2</b>	2,8

\* Pour les résultats inférieurs à la limite de détection (Ldd), on retient la moitié de cette limite de détection pour les statistiques

**FIGURE 4**

**Comparaison des expositions aux vapeurs et aux aérosols de bitume lors du soudage de membranes bitumineuses pendant les périodes suivantes : 1994 à 1996, 1997 à 2004 et 2005 à 2009 en Allemagne et 2005 à 2009 dans les autres pays européens**



## EXPOSITIONS LORS DU SOUDAGE DE MEMBRANES BITUMINEUSES

Entre 2005 et 2009, 77 mesures ont été effectuées lors du soudage de membranes bitumineuses dans sept pays européens (cf. *Tableau III*).

Les résultats des mesures mettent en évidence que les expositions déterminées dans différents pays européens lors de la fabrication et du soudage de membranes bitumineuses sont comparables. Les nombreuses expositions inférieures à la limite de détection mettent en évidence une faible exposition.

Les mesures sur des lignes de production n'ont été effectuées qu'aux endroits où il y a effectivement une

exposition aux vapeurs et aux aérosols de bitume. Toutefois, les salariés n'y sont que temporairement présents. De ce fait, la concentration moyenne sur 8 h à laquelle les salariés sont réellement exposés est nettement inférieure à 3,7 mg/m<sup>3</sup> (cf. *Tableau II*).

Les expositions lors du soudage de membranes bitumineuses sont nettement inférieures aux valeurs que le groupe de réflexion a publié pour l'Allemagne il y a quelques années (Rühl et al., 2006). Dans la *Figure 4* sont représentées les données d'exposition échelonnées dans le temps lors du soudage de membranes bitumineuses. On peut y constater une réelle tendance à la baisse des expositions. Les raisons en sont principalement :

- l'utilisation moins massive du chalumeau pour économiser du gaz,
- la couche inférieure est très souvent collée à froid,
- le développement de membranes bitumineuses plus souples pouvant être soudées à une température plus faible,
- le travail plus soigné.

## CONCLUSION

Les expositions aux vapeurs et aux aérosols de bitume lors de la fabrication et du soudage de membranes bitumineuses en Europe sont très faibles comparées à de nombreuses autres activités mettant en œuvre du bitume chaud comme, par exemple, la mise en œuvre de béton bitumineux. Souvent, les expositions sont inférieures à la limite de détection. Ceci se vérifie surtout pour la concentration des aérosols de bitume.

L'exposition lors de la fabrication de membranes bitumineuses est légèrement supérieure à l'exposition lors de la mise en œuvre. Ceci peut néanmoins être expliquée par le choix de la stratégie de mesurage du pire des cas.

Une réduction considérable des expositions lors de la mise en œuvre des membranes a pu être observée au cours de ces 15 dernières années.

reçu le : 26/07/2011

Accepté le : 12/01/2012

## BIBLIOGRAPHIE

[1] BIA-Arbeitsmappe « Messung von Gefahrstoffen ». 40. Lfg. IV/2008, 6305/1 und 6305/2. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit- IFA, Sankt Augustin, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld

[2] Norme NF EN 689 *Atmosphères des lieux de travail. Conseils pour l'évaluation de l'exposition aux agents chimiques aux fins de comparaison avec des valeurs limites et stratégie de mesurage*, 1995

[3] Directive 98/24/CE du conseil du 7 avril 1998 concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail (quatorzième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE)

[4] KENNY L.C., AITKEN R., CHALMERS C., FABRIES J.F., GONZALES-FERNANDEZ E., KROMHOUT H., LIDEN G., MARK D., RIEDIGER G. and PRODI V. : *A collaborative European study of personal inhalable aerosol sampler performance*. Ann Occup Hyg, 1997, 41(2) 135

[5] KRIECH A.J., EMMEL C., OSBORNE L.V., BREUER D., ADAM P., REDMAN A.P., HOEBER D., BOCHMANN F. and RÜHL R. : *Side-by-Side Comparison of Field Monitoring Methods for Hot Bitumen Emission Exposures: The German IFA Method 6305, U.S. NIOSH Method 5042, and the Total Organic Matter Method*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 7 2010, 712 - 725

[6] RÜHL R., MUSANKE U., KOLMSEE K., PRIEß R., ZOUBEK G. and BREUER D. : *Vapours and aerosols of bitumen: exposure data obtained by the German Bitumen Forum*. Ann Occup Hyg; 50 (2006) 459-68

[7] RÜHL R., MUSANKE U., KOLMSEE K., PRIEß R. and BREUER D.: *Bitumen Emissions on Workplaces in Germany*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 4(St) 2007, 77 - 86

[8] TRGS 402: *Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition*. GMBI 2010 Nr. 12, 231 - 253

[9] Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil, du 18 décembre 2006, concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH)

# www.hst.fr

**INRS** INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE

[ plan du site ] [ contactez - nous ] [ abonnez-vous ] [ liens utiles ] [ commandez ]

recherche simple [ ] ok

## HST HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL

CAHIERS DE NOTES DOCUMENTAIRES

### La revue scientifique et technique de l'INRS

Créée en 1955, cette revue trimestrielle est destinée aux préventeurs et chercheurs en hygiène industrielle.

**Numéro en cours : n° 225, 4ème trimestre 2011**

- Charge électrique des aérosols. Mesure et influence de ce paramètre (ND 2347)
- Analyse comparative des méthodes de détermination de la résistance des matériaux de protection cutanée à la perméation des produits chimiques (ND 2348)
- Panorama des expositions professionnelles à des composés organiques volatils entre 2003 et 2010 (ND 2349)
- Intégrer le risque 'rayonnements électromagnétiques' dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (ND 2350)

SOMMAIRE COMPLET

**Articles les plus téléchargés**

- Sécurité et protection de la santé sur les chantiers de bâtiment et de travaux publics (ND 2211)
- Equipements de travail mobiles. Appareils de levage. Dispositions réglementaires applicables pour l'utilisation des équipements de travail servant au levage de charges et des équipements de travail mobiles (ND 2102)

**Contribuer à la revue**

Recommandations aux auteurs

**Rechercher un article**

[ ] OK

**Collections**

Notes documentaires  
 Points de repère  
 Comptes rendus de congrès  
 Fiches toxicologiques

**Recevoir la revue**

Abonnez-vous !

**Menu de gauche :**

- Découvrir la revue
- La rédaction
- Publier dans la revue
- Numéros récents
- Articles en ligne
- A noter
- Tarifs
- Mentions légales

Passez la souris sur les flèches du menu et découvrez le contenu des rubriques.

## ➔ La revue scientifique et technique de l'INRS est sur internet

Vous trouverez sur le site

- la possibilité de télécharger, en texte intégral, les notes documentaires et leur résumé en langue anglaise, les points de repère et les comptes rendus de congrès ;
- le sommaire des numéros récents ;
- la référence des dernières fiches toxicologiques parues ou mises à jour ainsi qu'un lien pour le téléchargement des fiches de la collection ;
- un accès à une sélection d'articles scientifiques et techniques et des liens avec de nombreuses revues françaises et internationales, traitant de la recherche en hygiène et sécurité du travail ;
- les recommandations aux auteurs si vous souhaitez nous proposer un article.