



Service public fédéral  
**Emploi, Travail  
et Concertation sociale**

Direction générale Contrôle du bien-être au travail  
Direction du laboratoire de toxicologie industrielle

# Mesurage de l'exposition au styrène

## Une campagne

Lisianne Parisis  
Kristof Verlé  
Roger Grosjean

## **1. Introduction**

Le styrène est un composé organique aromatique utilisé comme monomère dans la fabrication de matières plastiques, de caoutchouc synthétique, de polystyrène (appelé parfois « la frigolite »), de polymères, de polyesters (fabrication de matériel de construction et de bateaux), de résines échangeuse d'ions.

Il est utilisé dans les matériaux composites (par exemple les fibres de verre comme armature) dans la production des matériaux isolants et des revêtements de protection.

### **Classification**

Selon l'annexe I de la directive 67/548/CEE (substances dangereuses), le styrène est classé comme substance nocive par inhalation et irritante pour la peau et les yeux. Son utilisation peut s'accompagner de certains risques.

Phrases de danger :

R10 : Inflammable

R20 : Nocif par inhalation

R36/38: Irritant pour la peau et les yeux

Conseils de prudence :

S2 : Conserver hors de portée des enfants

S23 : Ne pas respirer les fumées

Les préparations contenant plus de 12,5% en styrène sont classées comme nocives.

De fin 2005 à mi-2007, le laboratoire de toxicologie industrielle du SPF Emploi, Travail et concertation sociale a effectué des mesurages dans 11 entreprises qui utilisent le styrène.

Le choix de ces entreprises s'est fait en concertation avec les directions régionales du Contrôle du Bien-être au travail et la Direction des Risques Chimiques.

Le but de la campagne était, au moyen des mesurages, d'obtenir une image de l'exposition au styrène par inhalation dans différentes entreprises durant différentes applications.

Pour chaque entreprise, une visite préliminaire a été effectuée afin d'observer les facteurs liés au lieu de travail et pouvoir faire une sélection des fonctions et des activités à échantillonner.

L'inspecteur responsable de l'entreprise concernée a reçu un rapport des mesurages. Un exemplaire du rapport a été transmis au conseiller en prévention de l'entreprise via la direction régionale du contrôle du bien-être au travail.

Ce rapport donne un aperçu des différentes expositions, des techniques de mesurage et décrit un nombre de constatations et de conclusions.

Un mot de remerciement est à adresser aux conseillers en prévention et aux travailleurs des entreprises visitées, surtout les travailleurs qui ont collaboré pour réaliser les prélèvements personnels, les collègues de la Surveillance Régionale et la Direction des Risques Chimiques qui ont sélectionné les entreprises, à Sara De Groot, Claude Bourdauduc et Gianpaolo Vona du Laboratoire de Toxicologie Industrielle qui ont donné une aide pratique pour les visites préliminaires et les échantillonnages.

Des renseignements complémentaires concernant ce rapport peuvent être obtenus auprès de Roger Grosjean, FOD WASO, Laboratoire de Toxicologie Industrielle , WTC III, Avenue Simon Bolivar 30 Boîte 6, 1000 Bruxelles, tel. 02 208 37 79 e-mail : [roger.grosjean@emploi.belgique.be](mailto:roger.grosjean@emploi.belgique.be)

## 2. Généralités

Le styrène, vinylbenzène ou phényléthène est une substance aromatique avec comme formule brute  $C_8H_8$ .

C'est un composé incolore, huileux avec une odeur très caractéristique. C'est une substance très réactive, qui polymérise facilement et forme des peroxydes. Il peut fortement réagir avec les oxydants et forme au-dessus de  $40^\circ C$  des peroxydes très explosifs.

### 2.1 Histoire

Autour de 1835, le pharmacien Berlinois Edward Simon acquiert du « styrax » une résine également appelée « ambre liquide » issue d'un arbre poussant au Proche-Orient. Cette résine subit des traitements et est mélangée à du parfum. Après distillation Simon obtient une substance liquide incolore qu'il baptise « styrène » en référence au nom de la résine.

La production de styrène a notamment augmenté très rapidement aux USA durant la seconde guerre mondiale pour pouvoir répondre aux besoins de caoutchouc synthétique pour l'armée.

### 2.2 Production

Environ 50% de la production mondiale en benzène est utilisée pour la production de styrène via la fabrication d'éthylbenzène.

La méthode principale de production industrielle est la déshydrogénation de l'éthylbenzène.

### 2.3 Utilisation

Le styrène est utilisé comme monomère pour la production de polystyrène (homopolymérisation) et comme copolymère, par exemple avec le butadiène et l'acrylonitrile. Une autre application très importante est l'utilisation dans les résines polyester.

## 3. Propriétés physiques

Le styrène est incolore à jaune claire. Il est peu soluble dans l'eau mais miscible à de nombreux solvants: acétone, diéthyléther, méthanol, benzène, disulfure de carbone, toluène, ...

Les principales propriétés physiques sont :

Masse Moléculaire	104,15 g/mol
Point de fusion	$-30,6^\circ C$
Point d'ébullition	$145 - 146^\circ C$
Densité relative (eau= 1)	0,906
Densité de vapeur relative (air = 1)	3,6
Tension de vapeur	0,667 Kpa à $20^\circ C$ ; 1 Kpa à $25^\circ C$ ; 5,3 Kpa à $60^\circ C$ ; 36 Kpa à $110^\circ C$ .
Point d'éclair	$31^\circ C$
Température d'auto-inflammation	$490^\circ C$
Limite d'explosivité en volume %	
Limite inférieure	0,9 % (vol/vol)
Limite supérieure	6,8 % (vol/vol)
Coefficient de partage n.octanol/eau : log P	3,2

Solubilité dans l'eau (g/100ml)	0,03
Facteur de bioconcentration	13,5
Seuil olfactif	0,15 ppm (Hommel)

#### 4. Propriétés toxicologiques et métabolisme

Le styrène peut être absorbé par l'organisme par :

- Inhalation des vapeurs ou des fines particules (après vaporisation). Les effets locaux sont de l'irritation. Les effets systémiques : effets sur le système nerveux central sont des vertiges, des troubles de l'équilibre, des troubles du sommeil, des problèmes de coordination, de la fatigue.
- Ingestion (dans le milieu du travail a lieu uniquement par accident et une mauvaise hygiène) provoque des douleurs abdominales et des effets sur le système nerveux central.
- Contact avec la peau provoque de l'irritation et des rougeurs. L'exposition à de hautes concentrations provoque l'irritation et la rougeur des yeux.

Les études épidémiologiques chez les travailleurs dans les entreprises de production et chez les utilisateurs disponibles actuellement, ne donnent pas d'indications univoques pour un effet carcinogène possible.

Le styrène est métabolisé par l'organisme en 7,8-oxyde de styrène qui réagit « in vitro » et « in vivo » avec les macromolécules (alkylation). L'époxyde présente une action mutagène in vitro et est cancérigène pour les animaux. L'évaluation du risque de cancer chez l'homme se fait au moyen de la détermination de la charge interne de 7,8-oxyde de styrène, plus spécifiquement par la formation de ses adductes à l'hémoglobine et à l'ADN et aussi au moyen des expériences avec les essais sur les animaux. Pour une exposition de quarante ans à 20 ppm (86,4 mg/m<sup>3</sup>) durant 8 heures par jour, 5 jours par semaine et 48 semaines par an le risque de cancer peut être estimé entre 1,7 et 7,5 pour 100 000 exposés. Ceci est en dessous de la valeur de l'estimation du risque inévitable à attribuer à l'oxyde d'éthylène endogène formé (à partir de l'éthylène formé dans le corps) de 1,2 pour 10 000 personnes.<sup>1</sup>

De là on peut conclure que le risque est plus faible que le risque inévitable causé par l'oxyde d'éthylène endogène formé, quoique le styrène peut être cancérigène par un mécanisme génotoxique.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Greim, H. (Hrsg.): Ethylen. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung van MAK-Werten, 19. Lieferung, VCH-Verlag, Weinheim 1993

## Métabolisme :

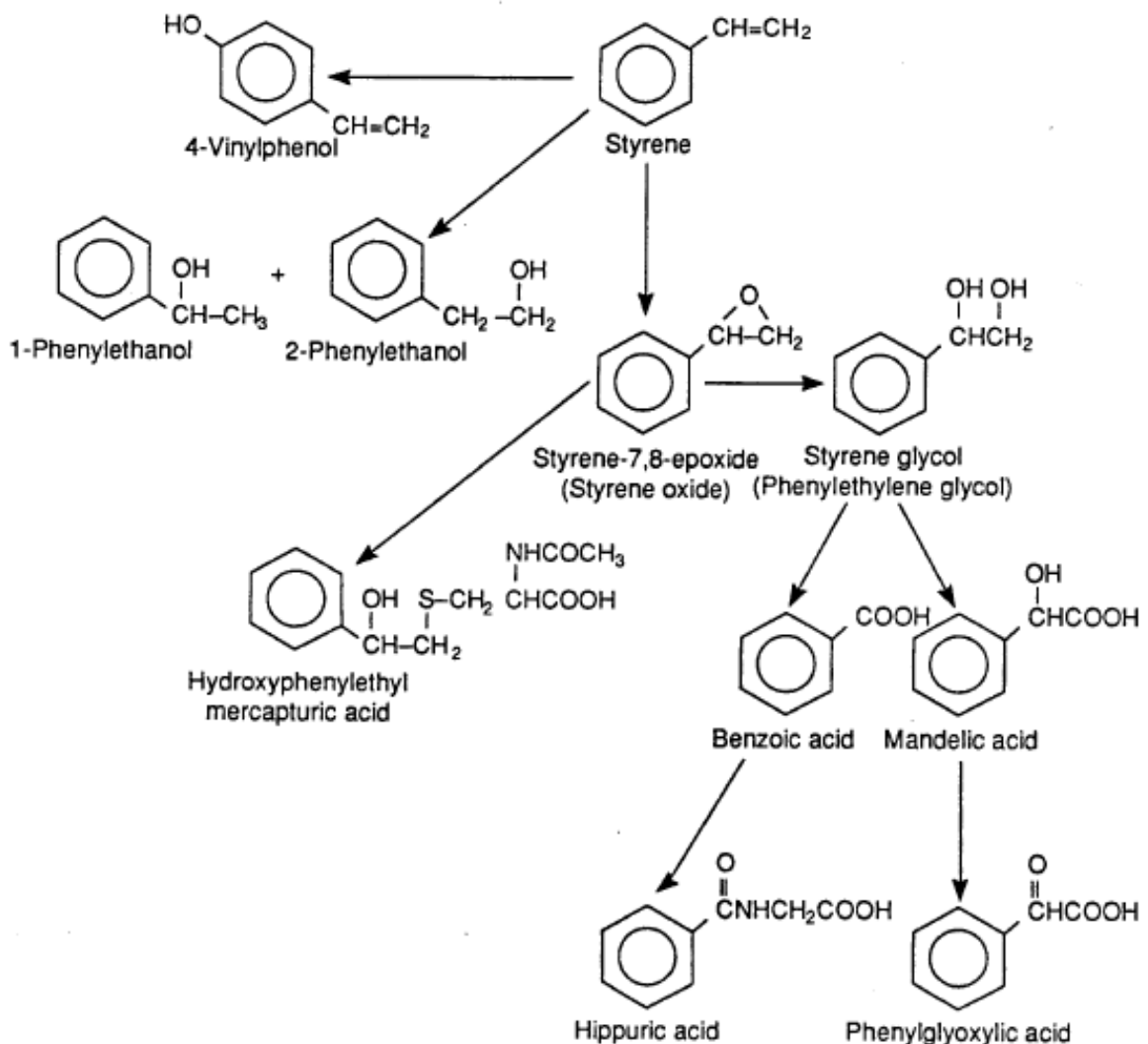


Figure: Tiré de Bond 1989 ; EPA 1988b ; Leibman 1975.

La détermination de l'acide mandélique dans l'urine est utilisée comme paramètre dans le monitoring biologique.

## 5. Applications industrielles importantes

### 5.1 Polymérisation (homo- ou copolymérisation)

La polymérisation signifie que les molécules sont utilisées comme élément de construction pour la formation de grosses molécules (macromolécules) de façon à former de longues chaînes. Les éléments peuvent être une même molécule (homopolymère) ou plusieurs molécules (copolymères).

La réaction peut être initiée par un catalyseur ou par une augmentation de la température.

L'homopolymère du styrène, le polystyrène, peut se rencontrer sous différentes formes comme une matière plastique transparente, dure et cassable. Une autre forme d'apparition connue avec d'innombrables applications est le polystyrène expansé « résine synthétique » généralement blanc. Il est beaucoup utilisé comme emballage et comme matériel isolant, par exemple pour les appareils électriques, la glace. Les propriétés mécaniques et thermiques peuvent être modifiées par l'ajout de plastifiants ou par l'ajout de butadiène pour en faire un polystyrène antichoc.

Les utilisations principales sont :

- Les boîtiers-CD (polystyrène cristal)
- Les couverts en plastique
- Les verres en plastique
- Les articles de décoration
- Les emballages alimentaires (par exemple : pots de yaourt, bédouilles,...)
- Isolant thermique sous la forme de mousse de polystyrène.

## 5.2 Résine polyester

Les résines polyester sont le produit de 2 composants qui sont généralement utilisés en combinaison avec de la fibre de verre. Les applications sont très vastes, production de moules, gabarits, revêtements, réparations et renforcements de, entre autres, bateaux, silos, pièces de carrosserie, etc...

Quand il n'y a pas de fibres d'armature utilisées dans la résine, on obtient après polymérisation un polyester non-armé. Les applications les plus importantes des polyesters non-armés sont le moulage, le pistolage et le repassage. En combinaison avec des matières de charge, les résines polyester trouvent une application dans des masses coulées spéciales, dans les sols, dans les bétons artificiels et semblables.

Les résines polyesters en combinaison avec des fibres d'armature (polyester armé) forment le domaine d'application le plus important des résines polyesters. Les pièces formées comme polyester renforcé de fibres de verre sont produites en appliquant différentes couches de fibre de verre sur un moule. Ces couches sont enduites avec de la résine polyester en utilisant des brosses et des rouleaux. La couche protectrice extérieure est composée de « gelcoat ».

Les résines polyester avec des matériaux en fibre de verre peuvent également être utilisées pour recouvrir des objets (une ou plusieurs couches), pour améliorer la solidité et la rigidité ou pour protéger les surfaces et les rendre imperméables aux liquides. Les produits peuvent être faits par exemple de bois, de mousse de polyuréthane et de plâtre.

La couche de finition est appelée "topcoat". Celle-ci est appliquée sans armature pour la finition et l'embellissement de l'aggloméré laminé. Ce sont des résines durcissant sans coller après la polymérisation qui peuvent être fournies avec différentes propriétés et couleurs.

#### a) Matériaux d'armature

Les matériaux d'armature sont utilisés en combinaison avec les polyesters et les résines époxy. Les résines synthétiques non armées ne sont pas très solides, parce que les propriétés mécaniques sont surtout déterminées par l'armature. Cette armature est aussi indispensable pour toutes les applications de construction des résines synthétiques. L'armature la plus utilisée est la fibre de verre utilisée sous différentes formes : fils, tissus ...

Les matériaux d'armature (verres opaques, tissus de verre, verre pilé, membrane de verre, tissu de fibres de carbone et tissus aramides etc.) sont fournis sous différentes épaisseurs. Cette épaisseur est exprimée en poids par mètre carré.

#### b) Mousse de polyuréthane

Avec la mousse de polyuréthane à 2 composants on peut isoler sur place, par exemple les réservoirs, les conduites, le remplissage discontinu des panneaux et le remplissage de mousse d'autres objets plus complexes. Cette mousse de polyuréthane est souvent utilisée comme isolant entre différentes couches de polyester ( construction dite « sandwich »). C'est une excellente isolation à la chaleur et permet l'obtention d'une flottabilité permanente (fabrication de bateaux dits « insubmersibles ») etc. L'utilisation comme matériel de construction donne des constructions solides très légères. Etant une substance liquide, elle peut être coulée dans chaque forme désirée et se fixe sans colle à tout autre matériau. La mousse PU est obtenue dans diverses rigidités et aussi sous la forme de plaques, poutres, grains, ...

#### c) Produits de démoulage

Les produits de démoulage ont comme fonction d'éviter l'adhésion du gabarit à confectionner sur le moule, de telle sorte qu'une fois le produit durci, il peut être facilement enlevé du moule.

#### d) Matières de charge

Il y a des matières de charge qui forment une résine en gel. Ces matières de charge sont principalement utilisées pour la fabrication des résines gelcoat- et topcoat.

#### e) Caoutchouc coulé

Le styrène est utilisé avec d'autres monomères pour produire le caoutchouc coulé. Avec le caoutchouc liquide on peut faire d'un modèle existant un moule élastique. Les surfaces prennent des formes très complexes. Il existe différents caoutchoucs commercialement disponibles comme le caoutchouc de silicone ou le caoutchouc de latex.



## **6. Techniques de mesurage**

Un mesurage consiste en l'échantillonnage, l'analyse et le calcul des résultats.

Le but des mesurages est de déterminer la concentration des composés auxquels les travailleurs sont exposés par inhalation.

### **6.1 Echantillonnage**

#### **6.1.1 Echantillonnage personnel**

Lors de l'échantillonnage personnel, la pompe avec le tube de charbon actif est fixée dans la zone de respiration du travailleur. Lors de l'échantillonnage par diffusion les tubes pour la désorption thermique sont également fixés dans la zone de respiration, généralement au col ou dans la poche. Le travailleur concerné est échantillonné quelques heures pour obtenir une image représentative d'une journée normale de travail. La période d'échantillonnage est choisie de façon à être représentative d'une journée normale de travail. Une autre approche consiste en la recherche ponctuelle d'épisodes avec une exposition accrue due à des activités spécifiques. C'est alors une approche 'pire des cas' .

#### **6.1.2 Echantillonnage stationnaire**

Ici les tubes pour la désorption thermique et/ou les tubes de charbon actif avec la pompe sont fixés sur un statif. Ce statif est placé à une hauteur de +/- 1,5 m à l'endroit désiré.

#### **6.1.3 Echantillonnage actif**

Les mesurages actifs se font en aspirant l'air à l'aide d'une pompe. Le débit des pompes est réglé au préalable avec un tube fixé au moyen d'un tuyau. Ce tube peut aussi bien être un tube de charbon actif qu'un tube pour la désorption thermique. Ce dernier est désorbé via un désorbeur thermique et peut contenir différents adsorbants tels que Tenax TA, Air Toxics, Carbotrap ...

#### **6.1.4 Echantillonnage par diffusion**

L'échantillonnage par diffusion s'effectue avec des tubes pour désorption thermique qui contiennent des adsorbants bien déterminés qui sont différents suivant les composés à mesurer. Des bouchons à diffusion sont placés sur les tubes et fixés dans la zone de respiration du travailleur ou sur un statif. Ces tubes sont alors exposés à l'air durant un temps déterminé.<sup>1</sup>

L'échantillonnage par diffusion est aussi appelé échantillonnage "passif".

---

<sup>1</sup> Health and Safety Executive Methods for the Determination of Hazardous Substances 80, August 1995

## 6.2 Analyse

La détermination de la concentration en styrène se fait au moyen d'un chromatographe en phase gazeuse et d'un spectromètre de masse ou d'un détecteur à ionisation de flamme. La quantité de styrène sur les tubes à désorption thermique est directement injectée dans le désorbeur thermique sur le piège à froid et ensuite envoyé vers le GC-MS. L'identification de la substance se fait à l'aide du temps de rétention sur la colonne et le spectre de masse. La quantification se fait au moyen de standards réalisés par des spikes de la solution de styrène à différentes concentrations sur les tubes à désorption thermique. Après le spike, les tubes sont conservés une nuit au réfrigérateur.

La concentration en styrène dans l'air est alors calculée par l'utilisation du « uptake rate » du Tenax TA pour le styrène et avec la quantité de styrène sur les tubes à désorption thermique. Le uptake rate du styrène sur le Tenax TA est 0,47 cm<sup>3</sup>/min ou 2,0 ng/ppm.min (bron: Health and Safety Executive Methods for the Determination of Hazardous Substances 80, August 1995).

La détermination de la concentration du styrène sur les tubes de charbon actif se fait de la façon suivante: la partie « front » et « back » de chaque tube est désorbée dans 1 ml de disulfure de carbone. Les vials sont mixés pendant 30 minutes. Ensuite le surnageant est transféré dans un autre vial de 1 ml pour l'analyse. Le surnageant est analysé d'une part avec un chromatographe gazeux couplé à un spectromètre de masse pour l'analyse qualitative et d'autre part avec un chromatographe gazeux couplé à un détecteur à ionisation de flamme (FID) pour l'analyse quantitative. La quantification se fait avec des solutions de styrène diluées dans le disulfure de carbone, une quantité connue de ces solutions sont injectées sur les tubes de charbon actif. Ceux-ci sont placés une nuit au réfrigérateur, ensuite ils sont désorbés et la solution est injectée dans le GC-FID.

Pour plus d'informations concernant l'appareil et la programmation de température utilisée, voir annexe.

## 7. Résultats

La valeur limite d'exposition au styrène pour 8 heures s'élève à 216 mg/m<sup>3</sup> (50ppm).

Pour les résultats des mesurages dans une entreprise, une rangée de concentrations est donnée. Vu les activités parfois très diverses et les scénarios d'exposition très différents, il n'est pas utile de calculer une moyenne. Dans cette situation on ne peut parler « d'exposition moyenne ».

### Entreprise 1

Production de latex synthétique et d'émulsions pour l'utilisation dans l'industrie de tapis, textile et papier.

Endroits où les mesurages ont été effectués : un en mode stationnaire dans le laboratoire pilote, à la pompe à vide où se trouve le réacteur, tamis dans le hall de production, un échantillonnage en mode personnel est fait chez 2 travailleurs à la production et un opérateur. Pour l'échantillonnage par diffusion la concentration était toujours en dessous de 0,1 fois la valeur limite. Pour les échantillonnages actifs l'intervalle est entre 0,044 et 2,9 mg/m<sup>3</sup>, inférieur à 0,1 fois la valeur limite.

Des mesurages ont aussi été effectués pour le 1,3-butadiène. La valeur limite pour le 1,3-butadiène s'élève à 4,5 mg/m<sup>3</sup>. La concentration mesurée dans la chambre est en-dessous de 0,1 fois la valeur limite.

#### Entreprise 2

Production de bateaux à moteurs et de voiliers sur base de résines de haute qualité.

Endroits où les mesurages ont été effectués: en mode stationnaire dans le hall de production près d'un bureau à 1,6 m de hauteur, en mode stationnaire dans le hall de production où un pont inférieur est laminé, un mesurage en mode personnel dans une cellule où des morceaux sont laminés, dans le hall de production où un pont intérieur est laminé et dans le hall de production où des petites pièces sont laminées.

Pour les échantillonnages par diffusion l'intervalle se situe entre  $\ll 1/50$  de la valeur limite et 57,9 mg/m<sup>3</sup>. Pour l'échantillonnage actif l'intervalle se situe entre 2 et 60,4 mg/m<sup>3</sup>.

Il est à signaler que durant les mesurages les halls de production n'étaient pas utilisés de façon intense.

#### Entreprise 3

Transformations des polystyrènes jusqu'aux produits finis comme par exemple casiers électriques. Deux méthodes de production sont utilisées: celle des thermodurcissables et celle des thermoplastiques.

Endroits où les mesurages ont été effectués : en mode stationnaire dans la chambre de maturation où des matelas en polystyrène sont stockés et le bâtiment où se trouve la presse à injections automatiques (thermoplastiques), mesurages en mode personnel dans une unité (2 personnes) où les matelas en polystyrène sont produits, coupés et stockés, trois personnes qui commandent la presse pour comprimer les matelas en polystyrène (thermodurcissables), un opérateur auto-presse et un opérateur de la presse d'injection automatique.

Pour l'échantillonnage par diffusion l'intervalle se situe entre  $\ll 0,1$  et 38,3 mg/m<sup>3</sup>.

#### Entreprise 4

Production de silos sur base des résines de haute qualité.

Endroits où les mesurages ont été effectués: en mode stationnaire où est enroulé, dans le hall où les couvercles sont collés sur les silos et dans la cabine où les couvercles sont pistolés. Les mesurages en mode personnel sont faits chez deux personnes qui laminent les silos et un travailleur qui collent des couvercles.

Pour l'échantillonnage par diffusion l'intervalle se situe entre  $\ll 1/50$  de la valeur limite et 67,4 mg/m<sup>3</sup>. L'intervalle pour l'échantillonnage actif est entre 1,56 et 85,4 mg/m<sup>3</sup>.

#### Entreprise 5

Fabrication d'éléments de construction sur base de quartz, granite et de résines de haute qualité.

Les mesurages en mode personnel sont effectués auprès du mélangeur au tableau de commande. Il travaille au chaudron où la résine est fabriquée et teintée. Deux personnes qui purifient les matelas sont échantillonnées et un mesurage en mode stationnaire est réalisé dans le laboratoire.

Pour l'échantillonnage par diffusion l'intervalle se situe entre 108 et 347 mg/m<sup>3</sup>. L'intervalle pour l'échantillon actif est entre 107 et 364 mg/m<sup>3</sup>.

#### Entreprise 6

Cette entreprise produit de la mousse polystyrène avec le pentane comme agent d'expansion.

Les mesurage sont faits sur 9 postes de travail différents : un échantillonnage en mode personnel au laboratoire de recherche du réacteur pilote de 2 litres, un au laboratoire de recherche du réacteur pilote de 150 litres, un à l'opérateur de production, un au chef d'équipe, un au technicien de laboratoire contrôle qualité (à l'endroit où se trouve une tour), un à l'opérateur sur site, un à l'opérateur de vidange, un à l'opérateur qui connecte le tuyau d'écoulement. Un mesurage en mode stationnaire est réalisé sous la hotte dans le laboratoire.

Seuls les tubes de charbon actif sont utilisés.

L'intervalle de mesurage se situe pour :

- Le styrène entre 0,2 et 2 mg/m<sup>3</sup>
- Le 2-méthylbutane entre 0,1 et 1 mg/m<sup>3</sup>
- Le pentane entre 0,3 et 17,8 mg/m<sup>3</sup>
- Le chloroforme entre 8,3 et 12,3 mg/m<sup>3</sup>
- Le tétrahydrofurane entre 3,1 et 52,9 mg/m<sup>3</sup>

#### Entreprise 7

Cette entreprise fabrique des polyols.

Les mesurages sont faits sur 3 postes de travail : un échantillonnage en mode personnel à l'opérateur chargé de transvaser le camion-citerne, un à l'opérateur de la cuve et un à l'opérateur 'stripping vapeur'.

Seuls les tubes de charbon actif sont utilisés.

L'intervalle des concentrations en styrène dans l'air se situe entre <0,1 fois la valeur limite et 13,2 mg/m<sup>3</sup>.

#### Entreprise 8

Cette entreprise produit du polystyrène anti-choc, du polystyrène transparent et de la mousse polystyrène.

Les échantillonnages ont été effectués sur 4 postes de travail, un échantillonnage en mode personnel par opérateur.

Seuls les tubes de charbon actif sont utilisés.

L'intervalle de concentrations en styrène dans l'air se situe entre <0,1 fois la valeur limite et 4,5 mg/m<sup>3</sup>.

#### Entreprise 9

Cette entreprise fabrique des résines et des émulsions.

L'échantillonnage est réalisé sur 4 postes de travail : un échantillonnage en mode personnel pendant la prise d'échantillon au niveau du camion-citerne, un au laboratoire de contrôle qualité, un au poste de filtration et un échantillonnage en mode stationnaire près du poste de filtration.

Seuls les tubes de charbon actif sont utilisés

L'intervalle de concentration dans l'air se situe pour :

- Le styrène entre 0,1 et 1,2 mg/m<sup>3</sup>
- Le xylène entre 0,1 et 0,9 mg/m<sup>3</sup>.

#### Entreprise 10

Cette entreprise utilise des résines qui contiennent du styrène.

L'échantillonnage est effectué sur 7 postes de travail : deux échantillonnages en mode personnel aux pistoleurs, deux au démoulage, un à l'extrudeur, un prélèvement en mode stationnaire au niveau de l'extrudeuse et un prélèvement en mode stationnaire à proximité du démoulage.

Les tubes de charbon actif et les tubes de Tenax TA sont utilisés.

L'intervalle de concentrations en styrène obtenu via l'échantillonnage par diffusion (Tenax TA) situe entre 14 et 62 mg/m<sup>3</sup>.

L'intervalle de concentrations obtenu via l'échantillonnage actif avec les tubes de charbon actif se situe pour :

- Le styrène entre 23 et 58 mg/m<sup>3</sup>
- L'acétone entre 8 et 136 mg/m<sup>3</sup>
- Le dichlorométhane entre 1,7 et 98 mg/m<sup>3</sup>
- Le méthylacrylate entre 2 et 21 mg/m<sup>3</sup>.

#### Entreprise 11

Cette entreprise fabrique des polymères acryliques.

L'échantillonnage est effectué sur 3 postes de travail : un échantillonnage en mode personnel au déchargement de camion, un au réacteur et un échantillonnage en mode stationnaire près du réacteur.

Les tubes de charbon actif et les tubes de Tenax TA sont utilisés.

L'intervalle de concentration en styrène obtenu via l'échantillonnage par diffusion (Tenax TA) est partout < 0,1 fois la valeur limite.

L'intervalle de concentration obtenu via l'échantillonnage actif avec les tubes de charbon actif se situe pour :

- Le styrène entre 0,05 et 0,98 mg/m<sup>3</sup>
- Le butylacrylate partout < 0,1 fois la valeur limite.

## 8. Constatations et conclusions

Pour les entreprises qui utilisent la polymérisation ou la copolymérisation (entreprises 6, 8, 11) l'exposition au styrène est basse à très basse. Pour les entreprises qui travaillent le polyester (entreprises 1 à 5, 9 et 10) les résultats sont généralement plus élevés et la valeur limite est dépassée pour une de ces entreprises. En dehors de cette entreprise la valeur limite (216 mg/m<sup>3</sup>) n'est jamais dépassée.

Avec les travaux de polyester le port d'une protection respiratoire est prévu pendant certaines activités. Ces activités souvent passagères et de courte durée, ont lieu dans une cabine à pistorage et sont alternées avec d'autres activités. Il en découle que le temps pondéré d'exposition reste généralement en-dessous de la valeur limite. Avec les activités prolongées où des émissions importantes de styrène peuvent se produire (comme laminier de grandes surfaces qui peuvent être difficilement ventilées), les équipements collectifs pour limiter l'exposition ne suffiront pas et l'utilisation d'une protection respiratoire personnelle sera nécessaire.

Comme expérimenté durant les campagnes passées (par exemple campagne sur les fumées de soudure), on peut constater que les mesurages de l'exposition sont rares. Généralement il s'agit de phénomènes uniques. Ceux-ci ne permettent pas d'obtenir une image de la variabilité de l'exposition, ce qui est pourtant une donnée importante.

Le monitoring biologique du styrène (détermination de l'acide mandélique dans les urines) se passe plus souvent.

Les mesurages de l'exposition par inhalation et par monitoring biologique ne sont cependant pas des alternatives. Les deux techniques donnent des informations complémentaires.

## **Annexe : spécifications techniques**

La mention des marques de produits ou d'appareillage ont lieu uniquement pour information et implique seulement les mesurages effectués pour les appareils nommés, produits, réactifs, etc qui sont utilisés. Ceci ne signifie pas que les appareils, produits, réactifs, etc des autres marques ou fournisseurs conviendraient moins bien pour les mesurages effectués.

### Appareillage et programmation de températures :

Pour l'analyse des tubes-ATD (ATD = désorption thermique automatique) un appareil ATD Turbomatrix Perkin Elmer est utilisé. Les tubes sont placés dans un carrousel et désorbés.

Tube: 7 minutes à 270°C

Piège: 7 minutes à 290°C

Valve: 175°C

Ligne de transfert: 175°C

Le turbomatrix est couplé à un chromatographe gazeux de Perkin Elmer Clarus 500. La colonne utilisée est la Varian CP-Sil5 CB Low Bleed/MS de 30m de long, 0.32mm de diamètre intérieur et une épaisseur de film de 1 µm.

La programmation de température utilisée est la suivante :

Température de départ: 40°C pendant 3 minutes

Montée de température: 5°C/minute

Température finale: 100°C

Les pompes utilisées pour l'échantillonnage actif sont de la marque Gilian, type LFS. Les tubes de charbon actif utilisés sont de SKC Anasorb CSC (Coconut Shell Carcoal).

Les tubes pour la désorption thermique contiennent du Tenax TA comme adsorbant.

### Analyse des tubes de charbon actif :

La recherche des composés est réalisée au moyen d'un chromatographe gazeux HP 6890 Serie GC System couplé à un spectromètre de masse 5973 Network Mass Selective Detector de chez Agilent Technologie.

La quantification est faite au moyen d'un chromatographe gazeux (5890) couplé à un détecteur à ionisation de flamme de chez Agilent Technologie.

La colonne utilisée est une colonne de chez Varian CP-Sil5 CB de 30m de long, diamètre interne : 0,32mm et épaisseur du film : 1µm.

Vu les faibles concentrations les échantillons sont analysés en mode « splitless » avec la programmation de température suivante :

Température de départ : 30°C durant 4 minutes

Montée de température : 5°C/minute

Température finale : 150°C.