



# SAFE AT WORK

Unfälle verhüten, Berufstätige schützen.  
Prévenir des accidents, protéger les travailleurs.  
Prevenire incidenti, proteggere lavoratori.  
[safeatwork.ch](http://safeatwork.ch)

## **Pulvérisation au pistolet de couleurs et de vernis contenant des isocyanates dans les carrosseries**

### **Situation initiale**

Les isocyanates sont des substances organochimiques qui peuvent comprendre un ou plusieurs groupes isocyanates réactifs (NCO). La plupart des enduits de finition et de nombreux autres systèmes de vernis sont à base de polyuréthane et contiennent des isocyanates dangereux pour la santé.

### Danger des isocyanates

La pulvérisation de systèmes de vernis à base de polyuréthane entraîne la formation de très fines particules (aérosols) qui renferment des isocyanates. Ceux-ci peuvent affecter la santé, plus précisément la peau et les voies respiratoires. Ces substances fortement irritantes et sensibilisantes provoquent souvent des allergies (asthme). Elles sont absorbées par la peau ou atteignent les poumons via la respiration. Si une sensibilisation intervient à la suite d'une exposition, de très faibles quantités d'isocyanates provoqueront ensuite de l'asthme et d'autres troubles (de la fièvre par exemple). Une fois acquise, la sensibilisation perdure en général toute la vie. En cas d'asthme aux isocyanates, il est très souvent nécessaire de changer de poste de travail ou même de métier, avec tout ce que cela entraîne aux niveaux social et économique pour l'ensemble des personnes concernées. Au risque d'allergies s'ajoutent des irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires. Le risque d'incendie et d'explosion doit également être pris en compte.

### Identification / marquage

Les systèmes de vernis concernés portent différentes dénominations, qui sont souvent les suivantes : vernis polyuréthane 2-K-PUR, vernis à 2 composants, vernis PU, vernis DD. Mais les vernis à base d'eau ou les primaires contiennent aussi souvent des isocyanates. On trouve en général les marquages suivants :



H 332 Nocif par inhalation

H 334 Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation

### Étude

Le contrôle de l'application des lois sur la sécurité au travail et la protection de la santé au sein de la branche est désormais du ressort des cantons. La Suva reste toutefois compétente pour la prévention en médecine du travail et la prophylaxie des maladies professionnelles. La Suisse romande s'est emparée de la question, et une grande étude a été réalisée. Comptent parmi ses auteurs :

Catherine Tomicic, IST Lausanne ; Chantal Scheen, ORCT Neuchâtel ; Jean Parrat, SEE Delémont ; Christophe Iseli, ICT Fribourg ; Stéphane Glassey, SPT Sion ; Patrick Gerber, ORCT Neuchâtel.

## Recherche bibliographique

Dans le cadre de cette étude, la littérature connue sur le sujet a été passée en revue. Voici quelques-uns de ses aspects principaux :

### Santé

Les isocyanates se répercutent de trois manières sur la santé. Ils présentent les caractéristiques suivantes<sup>1</sup> :

- ils sont irritants pour la peau et toutes les muqueuses avec lesquelles ils entrent en contact ;
- ils ont une action immunologique dans la mesure où ils peuvent se lier à une protéine pour créer un antigène et déclencher un processus allergique. Le mécanisme de la réaction allergique contre les isocyanates reste à ce jour incompris. Il n'existe aucune corrélation entre la présence d'immunoglobuline E (IgE) dans le sang d'un travailleur et l'apparition d'un asthme aux isocyanates ;
- ils ont une action pharmacologique et entraînent un rétrécissement des bronches via la contraction de la musculature lisse bronchique.

Les isocyanates sont absorbés aussi bien via la peau que via la respiration. Ils ont une action irritante aigüe sur la peau (rougeurs et parfois même brûlures du 3<sup>e</sup> degré), sur les muqueuses des yeux (larmolement, conjonctivite, lésion de la cornée) et sur les muqueuses des voies respiratoires (sécheresse du nez et de la gorge, toux occasionnelle) et donnent lieu à des provocations bronchiques. En ce qui concerne les effets chroniques, il est surtout question d'allergies qui déclenchent de l'asthme.

### Mesures d'exposition dans l'air

Afin de déterminer la pollution de l'air, il faut calculer la quantité de diisocyanate d'hexaméthylène (HDI) et d'oligomères du HDI. On prélève pour cela des échantillons (méthode d'échantillonnage : un filtre en fibres de verre imbibé d'1 mg d'1-(2-méthoxyphényl)pipérazine ; volume prélevé : 1 l/min pour 15 minutes) pour les analyser par chromatographie liquide à haute pression à l'aide d'un détecteur d'UV (HPLC/UV). Le seuil de détection de la méthode est de 0,07 µg/ml. Les concentrations en isocyanates sont mesurées comme NCO total (monomères et oligomères du HDI). La valeur limite (valeur VME) est de 0,02 mg/m<sup>3</sup>.

### Surveillance biologique

La surveillance biologique de l'exposition ou « biomonitoring » consiste à mesurer les indicateurs biologiques d'exposition pour la toxine elle-même ou un métabolite (produit issu de la métabolisation) dans les fluides biologiques (sang, urine, air expiré et salive) des travailleurs exposés à des substances chimiques. Traditionnellement, on analyse le taux d'hexaméthylènediamine (HDA) dans les urines pour déterminer l'exposition aux isocyanates. Une valeur d'HDA inférieure à 0,7 µg/g correspond à la « valeur normale » des personnes non exposées. La valeur biologique tolérable (valeur VBT) se monte quant à elle à 15 µg/g.

---

<sup>1</sup> Daniel Nadeau. Les isocyanates et leurs effets sur la santé DSP. Montérégie, automne 2000.

## **Méthodologie**

Dans le cadre de l'étude, 31 carrosseries représentatives ont été sélectionnées et analysées après une expérience pilote. Durant cette enquête, des données ont été recueillies par les biais suivants :

- questionnaire technique : le questionnaire technique a permis entre autres de collecter des informations homogènes sur la manipulation des produits chimiques au sein de l'entreprise, l'entretien de la cabine de pulvérisation, la procédure de pulvérisation au pistolet, le nettoyage du matériel utilisé et le type de protection individuelle utilisé. Les utilisateurs ont également été interrogés sur leur perception du risque et sur la formation reçue au sujet du port d'appareils de protection respiratoire ;
- mesures de l'hygiène au travail (prélèvement d'échantillons à des endroits fixes ou sur les travailleurs eux-mêmes) : les analyses ont été réalisées par le LIST (Laboratoire intercantonal de santé au travail) ;
- questionnaire médical : le questionnaire médical contenait des questions relatives au type de travail et d'équipement de protection individuelle, au tabagisme, aux antécédents médicaux, aux symptômes observés et à leur relation dans le temps avec le travail ;
- biomonitoring : des échantillons d'urine ont été prélevés dans la carrosserie à la fin du temps de travail, c'est-à-dire en fin de matinée ou en fin de journée, puis analysés par l'IST (Institut de Santé au Travail).

**Résultats** (voir le rapport d'étude pour les détails)

### **Questionnaire technique**

- 85 % des carrosseries disposent de fiches de données de sécurité.
- 97 % ont une cabine de pulvérisation, régulièrement entretenue dans 93 % des cas.
- 90 % disposent d'un local de mélange séparé.
- 75 % des locaux de mélange sont pourvus d'un dispositif d'aspiration dans la zone de nettoyage.
- 65 % des opérations de nettoyage pour les pistolets de pulvérisation sont réalisées dans le local de mélange.
- 30 % des bacs de nettoyage ne sont pas ventilés ni ouverts.
- 87 % des carrosseries posent parfois les couches d'apprêt en dehors de la cabine de pulvérisation.
- 17 % effectuent parfois des laquages en dehors de la cabine de pulvérisation.
- 58 % des carrosseries ne respectent pas les temps d'attente après la pulvérisation.
- 65 % des travailleurs ne portent pas de lunettes de protection lorsqu'ils pulvérisent.
- 20 % des travailleurs connaissent les bases de la prévention (brochure Suva n° 44054).

### **Questionnaire médical**

97 personnes ont participé à l'étude, dont 92 hommes et 4 femmes. Leur âge moyen est de 31 ans. L'âge minimum est de 15 ans et l'âge maximum, de 65 ans.

- 28 % des participants se plaignent de toux, de rhinites, de picotements au niveau de la gorge ou des yeux ou encore d'irritations cutanées ; chez 68 % des personnes concernées, ces symptômes ont un lien dans le temps avec le travail.
- La durée d'exposition est supérieure à 3 heures pour 43 % des participants.
- Elle est de 3 à 6 heures pour 30 % des participants.

- Elle est inférieure à 6 heures pour 27 % des participants.

Types de masque utilisés :

- 68 % de demi-masques avec filtre
- 15 % d'appareils filtrants à ventilation assistée
- 8 % de masques à poussières
- 2 % de masques complets avec filtre

La recommandation d'utiliser un appareil filtrant à ventilation assistée ou un appareil à air comprimé est rarement suivie.

### Résultats des analyses de l'air

Concentrations en isocyanates pendant la pulvérisation dans la cabine

- 100 % se situent au-dessus de la valeur limite (valeur VME) de 0,02 mg/m<sup>3</sup>.
- 60 % dépassent de 10 fois cette valeur limite (plus de 0,2 mg/m<sup>3</sup>), les valeurs les plus élevées étant supérieures à 1 mg/m<sup>3</sup>.
- En dehors des cabines de pulvérisation, la concentration est en général inférieure au 50 % de la valeur VME.

La valeur limite est toujours dépassée, le plus souvent dans une proportion considérable.

### Résultats du biomonitoring

- 39 % ont une valeur inférieure à 0,7 µg/g (pas d'exposition excessive)
- 45 % ont une valeur comprise entre 0,7 et 7,5 µg/g (VBT inférieure de 0,5)
- 3 % ont une valeur comprise entre 7 et 15 µg/g (VBT supérieure de 0,5)
- 5% ont une valeur supérieure à 15 µg/g (dépassement de la valeur limite)

L'exposition est beaucoup plus marquée chez les travailleurs utilisant un demi-masque (n=65) que chez les travailleurs portant un masque filtrant à ventilation assistée. Tous les dépassements de la valeur limite interviennent chez des travailleurs qui portent un demi-masque.

### Discussion

Une bonne infrastructure avec un local de mélange répondant aux exigences et une cabine correspondante est présente dans la majorité des carrosseries. Toutefois, même si elles fonctionnent bien, les cabines de pulvérisation ne constituent pas une protection suffisante contre les isocyanates. Ainsi, toutes les mesures effectuées dans les cabines ont révélé des concentrations supérieures à la valeur VME. Pour la plupart des travailleurs, le travail entraîne des valeurs élevées au niveau du biomonitoring, ce qui témoigne de l'absorption de grandes quantités d'isocyanates. Les valeurs critiques sont dépassées chez 5 % d'entre eux, tandis que 28 % se plaignent de troubles.

Cette absorption d'isocyanates tient à différents facteurs :

- infrastructure manquante ou inappropriée (par ex. pas d'aspiration dans la zone de nettoyage) ;

- pulvérisation en dehors de la cabine, avec mesures de protection insuffisantes ;
- absence fréquente de concepts de protection cutanée adéquats ;
- absence fréquente de protection respiratoire ;
- Les travailleurs ne sont pas suffisamment informés et ne se comportent donc pas toujours de façon correcte :
  - absence de port d'un EPI approprié (lunettes de protection, protection cutanée, protection respiratoire, etc.) ;
  - relèvement de la visière / retrait de la protection respiratoire directement après la pulvérisation (non-respect du temps d'attente) ;
  - absence de fermeture des bidons.

## **Recommandations**

### Généralités :

- La protection de la peau lors de l'utilisation de produits contenant des isocyanates est une question cruciale. Actuellement, peu de carrosseries ont mis en place un concept de protection cutanée touchant à l'ensemble du corps (en particulier au travers du port de gants, de vêtements à longues manches et de lunettes de protection le cas échéant). Un concept relatif à la protection cutanée (protection, nettoyage et soin) est en outre absolument nécessaire pour toutes les entreprises.

Les travailleurs interrogés sont globalement peu conscients des effets des isocyanates sur leur santé ; il est nécessaire de les sensibiliser et de leur donner des instructions sur le bon comportement à adopter. L'exposition aux substances à base d'isocyanates ainsi que l'utilisation de produits pour la préparation et le nettoyage constituent des travaux dangereux. Il est donc interdit d'employer des jeunes de moins de 18 ans pour ces travaux (art. 4, alinéa 1, de l'ordonnance 5 relative à la loi sur le travail / ordonnance sur la protection des jeunes travailleurs – OLT 5 – RS 822.115). Dans le cadre de la formation professionnelle de base, les jeunes âgés d'au moins 15 ans peuvent être employés à condition que les mesures d'accompagnement définies soient mises en œuvre par l'entreprise formatrice. Les mesures prévues pour les apprentis à l'annexe 2 du plan de formation doivent impérativement être appliquées à partir de la première année de formation. Ces mesures de protection coïncident pour la plupart avec les mesures présentées ci-dessous.

### Local de préparation/de mélange (points de vue T) :

- Ventilation naturelle ou artificielle selon CFST 1825
- Local essentiellement protégé Ex : en accord avec la Suva, la balance et l'ordinateur qui servent à la préparation peuvent être tolérés ici.
- Lampes (et prises murales) placées en hauteur (en dehors de la zone Ex) avec sectionneur à l'extérieur
- Bacs de nettoyage fermés placés à une certaine distance des appareils électriques
- Appareils de nettoyage correctement raccordés à la ventilation/aspiration
- Ferme-portes automatique

### Local de préparation/de mélange (points de vue O, P) :

- Port de gants de protection adéquats pour la manipulation et la préparation de produits
- Port de gants (par ex. en nitrile) et de lunettes (selon les indications du fabricant) pour le nettoyage des outils avec les appareils prévus à cet effet

- Port de la protection respiratoire prescrite pendant les travaux de préparation et surtout pendant le nettoyage des outils

#### Cabines de pulvérisation (points de vue T) :

- L'étanchéité des cabines de pulvérisation doit être garantie à tout moment et vérifiée régulièrement.
- Les filtres doivent être remplacés régulièrement (consigner l'opération).
- Le bon fonctionnement des installations être contrôlé régulièrement :
  - réglage de l'air comprimé pour la ventilation ;
  - surpression ou dépression ;
  - étanchéité et verrouillage de la porte (en cas de surpression).

#### Cabines de pulvérisation (points de vue O et P) :

- Port de gants et d'une combinaison fermée pendant la pulvérisation de produits contenant des isocyanates
- Utilisation d'appareils à adduction d'air comprimé ou de masques filtrants à ventilation assistée pour la pulvérisation de produits contenant des isocyanates (les masques à cartouches filtrantes ou les demi-masques ne sont pas suffisants)
- Maintien de la visière baissée ou poursuite du port du masque après la pulvérisation
- Instruction des travailleurs sur le travail avec protection respiratoire (remplacement des filtres, rasage, etc.)
- Contrôle régulier et remplacement de l'EPI (consigner l'opération)
- Temps d'attente de 10 minutes avant de pénétrer de nouveau dans la cabine sans protection respiratoire

#### Atelier d'usinage de la tôle (point de vue T) :

- S'il y a un système (ou un bac) de nettoyage dans l'atelier : distance de 2 m par rapport aux sources d'ignition en cas de ventilation artificielle, sinon de 5 m (selon Suva 2153)
- Utilisation de zones de préparation (photo ci-contre) avec parois de séparation fermées et placement de la zone de pulvérisation le plus près possible de l'aspiration

#### Atelier d'usinage de la tôle (points de vue O et P) :

- Aucun travail de pulvérisation, même limité, en dehors de la cabine ou de la zone de préparation
- Si cela se produit tout de même (conformément à HSE INDG473) :
  - Distance de 10 m par rapport aux autres personnes ou port d'un EPI par ces personnes (exposition passive)
  - Distance minimale de sécurité d'au moins 5 m pour éviter les explosions (selon Suva 2153) – réalisation simultanée de plusieurs tâches !
  - Temps d'attente de 30 minutes après la pulvérisation avant d'enlever l'EPI (ou d'accéder à la zone sans EPI)
- Concept de protection cutanée (savon, crème, gants) impératif pour tout le monde