

# 30<sup>èmes</sup> JOURNÉES NATIONALES BLOIS DE SANTÉ AU TRAVAIL 10-11-12 JUIN DANS LE BÂTIMENT & LES TRAVAUX PUBLICS 2009

## ANNALES



**RISQUES  
CHIMIQUES  
DANS LE B.T.P.**



**GNM ST**  
BTP  
Occupiers: Maître-Maître-Adjoint  
de Sécurité Travail Santé BTP

**SAN.T.BTP**  
Santé au Travail du Bâtiment et des Travaux publics

## Présentation du thème « Risques chimiques dans le BTP »

Les enjeux de prévention vis à vis du risque chimique sont majeurs et seront au cœur des discussions entre les différents acteurs de ces 30e Journées de Santé au Travail dans le BTP.

Les expositions aux agents chimiques concernent en effet plus de deux salariés sur trois, celles aux agents cancérogènes plus d'un salarié sur trois.

Ces journées permettront plus particulièrement de rapporter les données actuelles sur des risques divers tels ceux des nanomatériaux, des fibres courtes et fines d'amiante, des huiles minérales, du formaldéhyde et sur des problèmes de santé comme le syndrome psycho-organique des solvants ou les troubles reprotoxiques.

L'effectivité des actions d'évaluation et de mise en œuvre de mesures de protection et prévention vis-à-vis du risque chimique en milieu de travail est loin d'être optimale comme l'ont montré les campagnes de contrôle de la direction générale du travail. Différents outils d'aide à l'évaluation des risques, à la substitution des agents CMR, de recommandations ou guides de suivi de risques spécifiques seront présentés dans le cadre de ce congrès. Ils constituent une aide précieuse pour l'action des préventeurs en entreprise comme les médecins du travail et les IPRP.

Enfin, la mise en place de dispositifs à l'échelle européenne, en particulier le règlement REACH et la nouvelle réglementation SGH, aura des impacts importants sur la santé au travail et la prévention des pathologies des travailleurs du BTP via l'amélioration de l'efficacité de la législation, de l'information sur les propriétés des produits chimiques, de la substitution des produits les plus dangereux par des alternatives plus sûres, de la formation et de la communication entre les différents acteurs.

Nul doute, pour toutes ces raisons, que les interventions sur le thème retenu des « Risques chimiques dans le BTP » lors de ces journées sauront retenir l'attention de tous et favoriser un débat très riche entre l'ensemble des participants afin de faire émerger des solutions pratiques dont pourront bénéficier les salariés du BTP.

Pr Gérard LASFARGUES – Président du Comité Scientifique

### COMITE SCIENTIFIQUE

Gérard LASFARGUES, Président  
Françoise CONSO, Vice Présidente  
Paul FRIMAT, Vice Président  
Jean-François CANONNE  
Jean-François BOULAT  
Bernard ARNAUDO  
Sandrine ROUSSEAU  
Françoise BRACONNIER  
Marie-Pierre DUBOIS  
Jean-Philippe TOURNEMINE  
Claudie LEBaupain  
Dominique LEUXE  
Mireille LOIZEAU

### COMITE D'ORGANISATION

Jean-Michel DELEVACQUE, Président  
Nathalie FRANKLIN  
Jean-Philippe TOURNEMINE  
Françoise BRACONNIER  
Marie-Pierre DUBOIS  
Rachid KASSIOUA  
José JUTTIN  
Secrétariat général : Armelle GUILLOUX - [ellipse&co](mailto:ellipse@co)





> 12h25 : Travaux sur terrain pollué : exposition au benzène et dérivés aromatiques.....	123
Camille TAVAKOLI Santé au travail BTP Montpellier	
• <b>Présidents de séance : Françoise Conso et Jean-François Canonne</b>	
<b>Les produits noirs</b>	
> 14h30 : Les produits noirs : aspect historique et évolution technique.....	126
Henri MOLLERON COLAS SA	
> 14h50 : Produits noirs - Evaluation, suivi métrologique et prévention du risque chimique.....	131
Jean-François CERTIN CRAM des Pays de Loire Nantes	
> 15h10 : Aspect épidémiologique : étude INSERM.....	x
Isabelle STUCKER INSERM Villejuif	
> 15h55 : Le filtre à particules, un moyen efficace pour réduire l'exposition aux fumées Diesel sur les chantiers.....	134
Jean-Pierre DEPAY(1), Denis BEMER(2) (1)CRAMIF Créteil, (2)INRS Vandoeuvre Les Nancy	
> 16h05 : Les risques liés à la mise en œuvre des produits isolants d'écoconstruction.....	138
Ghislaine SERRANO-DUCHALET(1), Suzanne DEOUX(2) (1)SRAS BTP Toulouse et médecin conseil OPPBTP, (2)ISSBA-UFR Sciences Pharmaceutiques et Ingénierie de la Santé Angers	
> 16h15 : Expositions aux agents chimiques, aux cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques chez les ouvriers du BTP : résultats de l'enquête sumer 2003.....	143
Nicolas SANDRET(1), Bernard ARNAUDO(2), Isabelle CAMUS(3), Camille PEUGNY(4), Raphaëlle RIVALIN(4), Dominique WALTISPERGER(4) (1)Inspection médicale du travail DRTEFP Ile de France, (2)Inspection médicale du travail DRTEFP Centre, (3)Inspection médicale du travail DRTEFP Rhône-Alpes, (4)DARES Département Conditions de Travail et Santé, Ministère du travail des relations sociales de la famille et de la solidarité.	
> 16h35 : Synthèse des journées.....	x
Françoise CONSO Faculté de Médecine de Paris V	
> 16h50 : Clôture du congrès.....	x
Jean-François CANONNE GNMST BTP	

## COMMUNICATIONS AFFICHEES

> Résultats des prélèvements atmosphériques chez des salariés de deux entreprises de TP de l'Aisne, exposés aux enrobés.....	x
Julien BIGOT, Didier CLAIR SST GASBTP Région Nord-Est Reims	
> Mésothéliome pleural malin : à propos de trois cas dans une entreprise de fabrication de matériaux pour le BTP.....	145
Merbouh ABDELMALEK, A.B. KANDOUCCI, A. TALEB Laboratoire de Recherche en Environnement et Santé (LRES) - Université de Sidi-Bel-Abbès Algérie	
> Suivi radiologique pendant trois ans de travailleurs exposés à l'amiante.....	147
Merbouh ABDELMALEK, A.B. KANDOUCCI, A. TALEB Laboratoire de Recherche en Environnement et Santé (LRES) - Université de Sidi-Bel-Abbès Algérie	
> De l'enquête sur les E.P.I. dans le BTP à la formation des apprentis.....	149
Chérife DJAOUTI(1), DEYGLUN, NOUVELLON, ROL, SUTRA, GAILLARD, TITON, CAMERA (1)SISTEL Chartres	
> Un site internet pour favoriser la prévention des pathologies liées au travail.....	151
Marie-Thérèse GIORGIO AGEMETRA Neuville sur Saône	
> Evaluation des risques liés aux métaux dans les opérations de soudage à l'arc.....	152
Fabrice MICHIELS(1), C. MALLANTS (1)Service de Santé des Armées Brest	
> SUBTOX BTP ou comment substituer simplement les produits toxiques dans le BTP.....	153
P. ROLLIN, A. DE LARQUIER, M. ROBIN, B. LEBRAT, E. DELETRE(1) (1)BTP Santé Prévention Centre-Est Villeurbanne	

**Présentation Document Audiovisuel d'introduction du thème :**  
**Risques chimiques dans le Bâtiment**  
**Les produits chimiques dans nos entreprises du bâtiment et travaux publics**  
**« Risques connus, évalués, mais pas toujours formalisés »**<sup>◇</sup>

**Docteur Jean-claude ABECASSIS - Docteur Francis MATHA**  
**Docteur Dominique LEUXE - Docteur Gérard PEGUIN**

[Le film peut être visualisé en cliquant sur ce lien](#)

La proportion de salariés exposés au risque chimique dans nos professions a augmenté de plus de 10% entre 1994 et 2003, soit plus que dans les autres secteurs professionnels.

Le risque chimique interpelle tous les acteurs en *Santé au Travail du BTP*, pour lesquels il est devenu une préoccupation permanente et incontournable tant au cours des examens médicaux que lors des interventions sur le terrain.

A l'occasion des 30<sup>èmes</sup> Journées Nationales de Santé au Travail, les auteurs, médecins dans des services BTP ont acquis une grande expérience de terrain. Ils ont ainsi pu utiliser leur « Banque de données d'Images » pour illustrer la plupart des thématiques abordées.

Notre objectif est de brosser le tableau le plus complet possible des nuisances chimiques susceptibles d'être rencontrées en atelier ou sur chantier.

Comment répondre aux nouveaux risques professionnels induits par les nanomatériaux issus des nanotechnologies dont les particules ultrafines pourraient présenter des risques pour la santé des personnes exposées ? Quels nanomatériaux recensés dans le BTP ? De même l'actualisation des connaissances sur les dangers potentiels des fibres courtes et des fibres d'amiante est en cours...

Quelles réponses sont apportées aux questions médicales actuellement en débat sur les troubles de la reproduction essentiellement masculine dans nos emplois (plomb, éthers de glycol) et les troubles psycho organiques (solvants). Qu'en est-il de la gestion et de la perception du risque de contamination à effets immédiats mais aussi différés (produits classés CMR) pour nos salariés dans les métiers de la peinture par exemple, dans l'utilisation des décapants et des solvants... C'est l'objet du « Micro trottoir ».

Parmi les familles de nuisances traitées à l'occasion de ces journées (huiles minérales, fumées de soudage), le cas des produits noirs semble bénéficier d'avancées technologiques intéressantes.

« Equation : travaux routiers – émission de fumées de bitume », le tout illustré dans ce document audiovisuel. »

---

<sup>◇</sup> Auteur référent  
Docteur Francis MATHA  
[matha.f-btp@wanadoo.fr](mailto:matha.f-btp@wanadoo.fr)

Dans le cadre de l'équipe pluridisciplinaire où le médecin du travail demeure un animateur essentiel «sentinelle avancée d'une veille sanitaire», est abordée la problématique des indicateurs en *Santé Travail*, pour répondre à la question de la traçabilité des expositions pour le suivi médico-professionnel.

(Prélèvements d'atmosphère, marqueurs biologiques et contenu du nouveau dossier médical en *Santé Travail*).

Enfin, il faut savoir raison garder, en actualisant les moyens de prévention, tant collectifs qu'individuels en s'assurant aussi de la nécessaire adhésion des entreprises et des salariés, pour réduire le risque chimique le plus bas possible.

## DÉPISTAGE EN MÉDECINE DU TRAVAIL DES TROUBLES PSYCHO-ORGANIQUES LIÉS AUX SOLVANTS.<sup>◊</sup>

**Dominique CHOUANIERE - Michel FALCY**

### **Résumé**

Depuis la découverte des effets neurotoxiques du sulfure de carbone par un médecin français en 1865 de nombreuses études cliniques d'abord puis expérimentales et épidémiologiques ont montré les effets à court terme et durables des exposition aiguës et chroniques de multiples solvants purs ou mélangés.

L'exposition aiguë génère un syndrome ébrieux de fin de journée dans sa forme banale mais peut aussi, lors d'accidents d'intoxication, provoquer un coma parfois mortel. L'exposition chronique entraîne au fur et à mesure du temps des conséquences de plus en plus sévères qui vont du syndrome psycho-organique à l'encéphalopathie toxique chronique modérée puis sévère. Il est particulièrement important d'éviter la survenue de l'encéphalopathie ou d'en faire le diagnostic au stade le plus précoce encore réversible.

Pour cela il faudra limiter l'exposition et exercer une surveillance renforcée des salariés. Celle-ci s'appliquera à repérer d'éventuelles fragilités individuelles liées à des antécédents médicaux neurologiques ou des habitudes de vie (consommation excessive d'alcool ou prise de médicaments psycho-actifs, etc.), l'existence de signes ébrieux en fin de journée de travail, l'apparition de troubles psychologiques cognitifs ou psychoaffectifs. Pour compléter l'entretien, le médecin pourra recourir, à chaque visite médicale, aux outils suivants : l'auto-questionnaire d'EUROQUEST qui mesure la fréquence des symptômes neurotoxiques auto-déclarés et le test de vision des couleurs de Lanthony 15-D.

Si au cours du suivi les scores de symptômes neurotoxiques d'EUROQUEST s'aggravent et/ou les performances de la vision des couleurs se détériorent, le médecin du travail pourra indiquer des tests neuropsychologiques complémentaires centrés sur l'exploration de fonctions cognitives telles que la vitesse perceptivo-motrice, mémoire, organisation visuo-spatiale, l'attention, etc. et de la sphère psychoaffective.

Si les tests sont perturbés, une consultation neurologique s'impose avec recours à des examens para-cliniques divers à choisir en fonction des solvants incriminés. Avant d'affirmer le diagnostic il faudra éliminer les autres causes : troubles cognitifs liés à l'alcool, séquelles de traumatismes crâniens, atteinte cérébro-vasculaire, etc.

Le rôle du médecin du travail est déterminant dans la surveillance et le dépistage précoce des altérations du système nerveux liées aux solvants. Il a aussi un rôle majeur dans la sensibilisation du neuropsychologue, du médecin généraliste et du neurologue à cette pathologie professionnelle méconnue et à ses outils diagnostiques. Enfin il pourra aider à la réparation puisque depuis 2007 les

<sup>◊</sup> Dominique Chouanière<sup>1, 2</sup>, Michel Falcy<sup>3</sup>

1. Institut universitaire romand de Santé au Travail, Rue du Bugnon 21, CH-1011 Lausanne  
2. INRS, Centre de Lorraine, Rue du Morvan, CS 60027, F-54519 Vandoeuvre Les Nancy Cedex  
3. INRS, Centre de Paris, 30 rue Olivier Noyer, F-75 680 Paris Cedex 14  
[Dominique.Chouaniere@hospvd.ch](mailto:Dominique.Chouaniere@hospvd.ch)                      [michel.falcy@inrs.fr](mailto:michel.falcy@inrs.fr)



atteintes liées à une exposition chronique sont prises en charge dans le cadre du tableau n° 84 des maladies professionnelles : « Affections engendrées par les solvants organiques liquides à usage professionnel ».

### **Rappel historique**

En 1865, Auguste-Louis Delpèche décrit pour la première fois dans une note adressée à l'Académie de Médecine les atteintes psychiques liées à une intoxication chimique d'origine professionnelle. Sous le titre "*Les accidents que développe, chez des ouvriers du caoutchouc, l'inhalation de sulfure de carbone*", il rapporte chez des ouvriers qui fabriquent des ballons de baudruche ou des préservatifs en vulcanisant à froid du caoutchouc dans des appartements parisiens transformés en ateliers mal ventilés, des symptômes tels que « des troubles intellectuels (affaiblissement de la mémoire, vague et confusion dans les idées), des accès alternatifs de gaieté et des déchaînements de rage folle entraînant des défenestrations, des troubles du sommeil (insomnie, agitation nocturne, rêves pénibles, réveils en sursaut), des difficultés sexuelles, des troubles diurnes à type de somnolence, abattement, état de torpeur et d'inertie ».

Jusqu'en 1970 se poursuivront la description des cas cliniques. Mais à partir de 1970 sous l'impulsion d'une neuropsychologue finlandaise, Helena Hanninen, se développeront les premières études épidémiologiques portant sur la neurotoxicité des métaux, du sulfure de carbone, etc. Une vingtaine d'équipes poursuivra ces travaux en se focalisent sur les solvants (mélangés ou purs). Dans le même temps des études expérimentales menées chez l'homme rapporteront des éléments de connaissance sur la toxicité aiguë.

### **Définition de la neurotoxicité et de ses mécanismes**

Les atteintes du système nerveux liés aux produits neurotoxiques (NT) peuvent entraîner des lésions anatomiques ou des atteintes fonctionnelles comme le montre la figure 1. Du fait de la plasticité du cerveau d'une part et de la non-récupération des neurones exposés de façon répétitive à des solvants d'autre part, les effets peuvent être réversibles ou non quel que soit l'action initiale lésionnelle ou fonctionnelle.

Les stades des atteintes du système nerveux se déclinent, selon la durée et la dose des solvants, sur une échelle de 6 [Johnsen H] :

1. Symptômes subjectifs réversibles
2. Symptômes subjectifs irréversibles
3. Modifications biochimiques du tissu nerveux
4. Modifications physiologiques/psycho-comportementales
5. Modifications neurologiques
6. Modifications morphologiques

Un produit chimique sera considéré comme NT s'il est capable d'induire des dysfonctionnements neuronaux ou des lésions du système nerveux bien documentés par des études sur des effets durables aux niveaux 4, 5 ou 6 [Johnsen H].

### **Les mécanismes neurotoxiques**

En 1984, Spencer et Schaumburg ont décrit les effets des solvants sur le tissu nerveux selon plusieurs mécanismes : action toxique sur le neurone (membrane excitable, système de

neurotransmission, structure interne du neurone) et/ou sur les cellules sensorielles et/ou la vascularisation du système nerveux ou par dégénération de la gaine de myéline (démýélinisation) et/ou des cellules astrocytaires.

### Les solvants NT

Les solvants qui ont des effets NT appartiennent à 9 grandes classes :

- **les hydrocarbures aromatiques** : benzène, toluène, xylènes, éthylbenzène,
- **les solvants pétroliers** : les coupes pétrolières (white-spirit, essence spéciales, solvants naphta), le cyclohexane, l'heptane, etc.
- **les hydrocarbures halogénés** : trichloroéthylène, dichlorométhane, 111 trichloroéthane, chlorure de méthylène, tétra ou perchloroéthylène, etc.
- **les alcools** : méthanol, éthanol, isopropanol, alcool furfurylique, alcool isoamylique, glycols (éthylène glycol, propylène glycol), etc.
- **les esters** : acétate de méthyle, d'éthyle, de n-propyle ou d'isopropyle, de n-butyle ou d'isobutyle, le lactate d'éthyle, adipate, glutarate et succinate de diméthyle enfin les esters d'acides gras végétaux, etc.
- **les cétones** : acétone, 2-butanone (MEK), 4-méthyl-2-pentanone (MIBK), acétophénone, cyclohexanone, isophorone, N-méthylpyrrolidone, etc.
- **les éthers** : éther diéthylique, MTBE (méthyl tert-butyl éther), diméthoxyméthane, tétrahydrofurane, 1,4-dioxane, etc.
- **les éthers de glycol** : dérivés de l'éthylène glycol ou du propylène glycol et leurs acétates, etc.
- **les solvants particuliers** : aldéhydes, amines, styrène, sulfure de carbone, diméthylsulfoxyde, hexaméthylènetétramine, terpènes (cf. aromatiques), etc.

Pour la plupart ces produits sont assortis de valeurs réglementaires à cause de leurs effets NT (effets durables aux niveaux 4, 5 ou 6) démontrés sur la base d'études épidémiologiques. Cependant cette liste n'est pas exhaustive puisque de nouveaux solvants comme les substituts des chlorofluorocarbones (1 et 2 bromopropane) semblent être NT.

### Expositions aiguë et chronique et effets sur le système nerveux

Pour différencier les effets d'une intoxication aiguë et chronique on prendra l'exemple du styrène. Il pénètre dans l'organisme principalement par voie respiratoire et accessoirement par voie cutanée. Il passe dans la circulation sanguine et va préférentiellement se fixer dans les tissus graisseux (sous-cutané et nerveux) du fait de sa liposolubilité. Il est métabolisé dans le foie en acides mandélique (AM) et phénylglyoxylique (APG) lesquels sont éliminés dans les urines. Après 48 heures d'exposition les acides AM et APG sont faiblement présents dans les urines. Par contre le styrène est encore présent dans le tissu nerveux et plus encore dans la graisse mal vascularisée pour laquelle le « wash-out » total prendra environ un mois.

Ainsi les effets à court terme des solvants s'étendent sur 48 heures après la fin de l'exposition alors que les effets subaigus qui traduisent le relargage du styrène dans la circulation à partir du tissu graisseux vont se prolonger pendant un mois après la fin de l'exposition. Les effets durables liés à une exposition chronique sont le fait d'une atteinte persistante alors même qu'il n'y a plus dans

l'organisme de styrène détectable. Ces atteintes peuvent être irréversibles ou partiellement réversibles selon la durée et l'intensité de l'exposition.

En 1985 à Raleigh, les chercheurs ont classé les effets à court terme (CT) liés à une exposition aiguë et les effets durables.

Les effets à court terme (voir figure 2) se manifestent le plus souvent par un syndrome ébrieux en fin de journée de travail après une exposition mais peuvent entraîner, à l'occasion d'intoxications accidentelles (domestiques ou professionnelles ou encore toxicomaniaques), des encéphalopathies toxiques aiguës allant du malaise jusqu'au coma parfois mortel. Des déficits irréversibles sont fréquents. Ainsi les neurotoxicologues ont beaucoup appris sur les effets NT des solvants à partir des descriptions de cas cliniques de toxicomanes qui utilisaient des très fortes concentrations par exemple de toluène sniffé dans des sacs en plastique.

Selon la classification de WHO les effets liés à une exposition chronique évoluent en 3 stades (voir figure 3)

- le stade 1 ou syndrome psycho-organique se caractérise par la présence des symptômes suivants: troubles du sommeil, asthénie, difficultés de concentration, troubles de la mémoire. A ce stade les symptômes sont réversibles et les tests psychométriques sont normaux.

- au stade 2 de l'encéphalopathie toxique modérée on constate une aggravation des symptômes décrits précédemment avec apparition de troubles de l'humeur (irritabilité ou dépression selon le type de personnalité), des perturbations de la libido et dans un stade ultérieur (identifié dans la classification de Raleigh) s'y associe une perturbation des tests psychométriques : allongement du temps de réaction, altération de l'attention, de la dextérité et détérioration de la mémoire à court terme. Le stade, où la clinique est probante et les tests psychométriques largement positifs, est déjà de réversibilité incertaine ou partielle.

- le stade 3 de l'encéphalopathie toxique chronique sévère correspond à un syndrome démentiel qui se traduit par une détérioration intellectuelle interférant avec la vie sociale et professionnelle (perte de la capacité à effectuer les actes de la vie courante, difficultés de compréhension, perte de la mémoire à court terme, troubles de l'élocution. On note également de graves troubles affectifs et de la personnalité. La détérioration intellectuelle est bien mise en évidence par les tests psychométriques. Il s'y associe des anomalies des examens électro-physiologiques et de l'imagerie cérébrale. Ces anomalies sont à ce niveau irréversibles.

### **Quelle surveillance mettre en place chez des exposés aux solvants ?**

Il est particulièrement important d'éviter la survenue de l'encéphalopathie chronique ou d'en faire le diagnostic au stade le plus précoce encore réversible. Pour cela il faudra minimiser l'exposition et surveiller les salariés.

#### **Maitrise de l'exposition**

Il s'agira de repérer les activités polluantes, vérifier les teneurs atmosphériques par des mesurages d'ambiance ou individuels (badges), rechercher l'exposition globale des salariés par le suivi des bio-marqueurs d'exposition quand cela est possible. Ces évaluations seront renouvelées après la mise en place des mesures de prévention nécessaires (collectives, organisationnelles, individuelles).

## **Surveillance renforcée des salariés**

Au cours du suivi annuel le médecin du travail recherchera :

- des éventuelles fragilités individuelles liées à des antécédents médicaux tels que traumatismes crâniens, épilepsie, accidents vasculaires cérébraux (AVC), tumeurs, sclérose en plaques, etc. et des habitudes de vie telles qu'une consommation excessive d'alcool, troubles du sommeil, prise de médicaments psycho-actifs ou de drogues, etc.,
- l'existence de signes ébrieux en fin de journée révélateurs d'une intoxication aiguë en vérifiant leur date d'apparition par rapport au début de l'exposition et leur évolution après cessation de l'exposition, pendant les vacances par exemple,
- l'apparition des troubles suivants (d'abord évoqués par l'entourage du salarié) : asthénie et/ou grande fatigabilité, céphalées fréquentes, difficultés mnésiques, difficultés de concentration, diminution de la libido, hyperémotivité, idées dépressives, irritabilité et troubles du sommeil (insomnie, hypersomnie, cauchemars). Ces signes n'étant pas spécifiques on attachera de l'importance à l'association de plusieurs d'entre eux.

Pour compléter l'entretien, le médecin pourra recourir, à chaque visite médicale, aux outils suivants : l'auto-questionnaire « EUROQUEST » qui mesure la fréquence des symptômes neurotoxiques auto-déclarés (Annexe 1) et le test de vision des couleurs de Lanthony 15-D (Annexe 2) qui permet d'objectiver précocement des dyschromatopsies de l'axe bleu/jaune [Falczy M]. Dans une étude récente, Kaukiainen et al. confirment l'intérêt d'EUROQUEST puisque parmi les répondants au questionnaire ceux qui avaient des scores de symptômes élevés étaient plus exposés que ceux qui avaient des scores bas ( $p < 0.001$ ) [Kaukiainen A].n

Si, au cours du suivi, les scores de symptômes neurotoxiques d'EUROQUEST augmentent et/ou la vision des couleurs se détériore sur l'axe bleu/jaune, le médecin du travail pourra vérifier, dans le cadre du colloque singulier, l'existence ou non d'autres étiologies (dépression, pathologie neurologique ou psychiatrique récente, etc.) et faire procéder, en cas d'absence d'étiologie autre que l'exposition aux solvants, à des tests neuropsychologiques complémentaires. Ces tests seront réalisés par un neuropsychologue, si possible dans un service hospitalier de neurologie en dehors d'une exposition aiguë. Le médecin du travail précisera au neuropsychologue les six fonctions cognitives à explorer : vitesse perceptivo-motrice, dextérité, mémoire, organisation visuo-spatiale, fonctions exécutives ou attention et demandera des tests de personnalité pour dépister des éventuels troubles psychoaffectifs.

Le neuropsychologue choisira, en fonction de ses possibilités et de sa pratique, les tests les plus adaptés. La plupart des neuropsychologues utilisent la même batterie de tests, celle de d'Halstead-Reitan qui inclut :

- 10 tests moteurs et perceptifs (finger tapping, dynamomètre, etc.),
- une échelle explorant les fonctions cognitives « Weschsler Adult Intelligence Scale – Revised (WAIS-R) » qui comprend :
  - des tests verbaux (dont mémoire des chiffres « digit span », un test de vocabulaire, etc.),
  - des tests de performance (dont le test du code « symbol digit »),
  - une échelle clinique de mémoire « l'échelle de Weschsler » ;
- des tests de personnalité (Minnesota Multiphasic Personality Inventory ou MMPI).

En dehors de cette batterie, les neuropsychologues peuvent avoir l'habitude d'autres tests tels que le test de Benton, le test des figures de Rey, Wisconsin card sort test, Mini Mental State (MMS) de Folstein, etc.

Il est conseillé de répéter dans le temps ces tests notamment pour évaluer la réversibilité des atteintes en cas de cessation ou de diminution de l'exposition.

### **Comment diagnostiquer les atteintes du système nerveux liées aux solvants ?**

Une étude a été menée en 2001 auprès de 25 centres hospitaliers européens pour déterminer les examens neurologiques et les tests psychologiques à pratiquer pour établir un diagnostic d'encéphalopathie toxique aux solvants [Van der Hoeck]. Un groupe européen d'experts poursuit les travaux pour formuler des recommandations dans ce domaine. Dans l'attente de celles-ci il est préconisé :

- un interview soigneux du patient (et/ou de ses proches en cas de troubles mnésiques) qui permettra de préciser, comme évoqués plus haut pour la surveillance, les antécédents médicaux (traumatismes crâniens, AVC, etc.), les habitudes de vie notamment vis à vis de l'alcool, des médicaments psycho-actifs, produits récréatifs, etc., l'histoire de la maladie avec la date d'apparition des symptômes par rapport à l'exposition, l'évolution après cessation de l'exposition (vacances ou retrait définitif), les antécédents professionnels avec signes d'intoxication aiguë en fin de journée et la recherche de symptômes, notamment auprès de l'entourage, en particulier l'irritabilité et les déficits mnésiques.

- une évaluation rétrospective de l'exposition avec identification des solvants, durée d'exposition pour chaque solvant et estimation des intensités (d'après des données réelles ou estimées par un hygiéniste) en sachant qu'une encéphalopathie apparaît en général après 5 ans de forte exposition ou 10 ans d'exposition moyenne.

- le recours à l'exploration neuropsychologique évoquée plus haut pour la surveillance, une consultation neurologique et des examens complémentaires (neurologiques, ophtalmologiques, ORL, etc.). Il existe de nombreuses explorations para-cliniques possibles. Elles seront choisies en fonction de la cible toxique du ou des solvants :

- pour le système nerveux périphérique : vitesse de conduction nerveuse, électromyographie, sensibilité périphérique

- pour le système nerveux central : électrophysiologie (EEG, potentiels évoqués, etc.)

- pour le système neuroendocrinologie : mesure de l'atteinte de l'axe hypothalamo-hypophysaire par le dosage d'hormones périphériques (testostérone, etc.)

- pour le système autonome : espace R-R de l'ECG, ...

- pour le système cérébelleux : tests vestibulaires

- pour l'exploration visuelle (vision des couleurs, des contrastes, etc.), batterie auditive [Demange V, Chouanière C 2001], etc.

- pour les atteintes anatomiques ou fonctionnelles : neuro-imagerie (scanner, IRM, TEP, TEM, débit sanguin). Deux études récentes ont montré tout l'intérêt de celles-ci : l'IRM a montré une atrophie cérébrale et cérébelleuse légère en cas d'encéphalopathie chronique qui, plus est, corrélée à la durée d'exposition [Keski-Santti P] et la TEM (Tomographie d'Emission Monophotonique) a mis en évidence des perturbations dans le circuit fronto-striato-thalamique corrélées aux explorations neuropsychologiques (vitesse de réaction et attention) et à l'importance de l'exposition [Visser I].

Avant d'affirmer le diagnostic il faudra éliminer les autres causes : encéphalopathie toxique (alcool, CO, etc.), séquelles de traumatisme crânien, hémorragie cérébrale, tumeur, hydrocéphalie, encéphalopathie infectieuse (bactérienne, virale ou à prions), maladie génétique, maladie auto-immune, encéphalopathie métabolique, carencielle ou endocrinienne, maladie dégénérative, maladie vasculaire cérébrale, maladie psychiatrique grave préexistant à l'exposition ou associée à l'exposition.

### **Rôle du médecin du travail**

Pour la surveillance le médecin du travail s'appuiera sur un interview soigneux et des outils (EUROQUEST et un test de dépistage de la dyschromatopsie sur l'axe jaune/bleu). Si ces éléments apparaissent suspects il faudra recourir à des tests neuropsychologiques. Dans le cadre du diagnostic le médecin du travail sera impliqué dans l'évaluation rétrospective de l'exposition aux solvants et la sensibilisation du médecin généraliste et du neurologue à ces pathologies professionnelles méconnues et à leurs outils diagnostiques. Enfin, en cas de maladie professionnelle, il pourra aider à la préparation du dossier de réparation puisque depuis 2007 les atteintes liées à une exposition chronique sont prises en charge dans le cadre du tableau n° 84 maladies professionnelles : « Affections engendrées par les solvants organiques liquides à usage professionnel » [Falcu M].

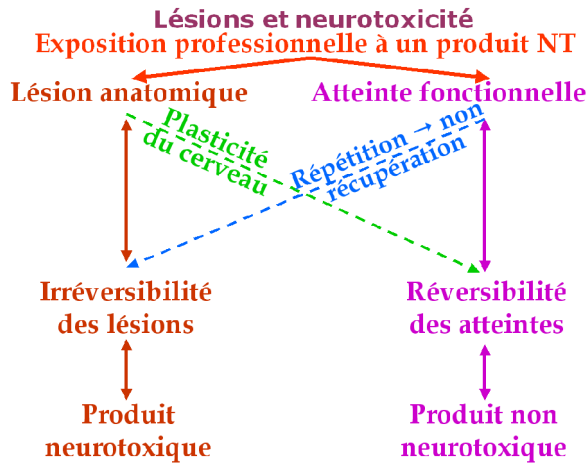


Figure 1

### Intoxication aiguë : effets à CT

Conditions	Symptômes	Pronostic après la fin de l'exposition
Intoxication aiguë	Vertiges, ivresse, troubles de l'équilibre et de la coordination	Réversible
Encéphalopathie toxique aiguë	Emoussement des facultés, coma, convulsions potentiellement mortelles	Déficits irréversibles fréquents

Classification de Raleigh (1985)

Figure 2

### Intoxication chronique : effets durables

Sévérité de l'atteinte	WHO' Nordic Council Working Group Juin 1985	Raleigh International Solvent Workshop Octobre 1985	Fonctions du système nerveux central atteintes/réversibilité
Modeste	Syndrome psycho-organique	Type 1 : Symptômes seuls	Conservées Réversibilité totale
Modérée	Encéphalopathie toxique modérée	Type 2a : Troubles de la personnalité ou de l'humeur (irritabilité)	Conservées Réversibilité presque totale
		Type 2b : Atteintes neuro-comportementales	Atteinte modérée des fonctions cognitives (mémoire à court terme, attention, apprentissage, etc.) Réversibilité partielle
Sévère	Encéphalopathie toxique chronique sévère	Type 3 : Démence	Troubles fonctionnels sévères /atteintes neurophysiologiques et neuroradiologiques Irréversibilité

Figure 3

## **Annexe 1 : EUROQUEST**

Euroquest est un auto-questionnaire de **fréquence et d'intensité de symptômes** [Chouanière 1997, Rouch]. Il est destiné à mesurer l'état ou l'évolution d'une symptomatologie dans le cas d'une exposition professionnelle à des neurotoxiques (métaux, solvants, pesticides, gaz anesthésiques, etc.).

EUROQUEST évalue :

- Des symptômes consécutifs à une exposition chronique
  - . touchant les systèmes nerveux périphérique cérébelleux, neurosensoriel, sympathique et parasympathique (Rubrique I),
  - . touchant le système nerveux central révélés par des symptômes (Rubrique III) :
    - de la sphère affective : irritabilité, dépression, etc.,
    - de la sphère cognitive : troubles de la mémoire, de l'attention, etc.
- Des symptômes consécutifs à une exposition aiguë (Rubrique II)
- Des facteurs susceptibles d'influencer la déclaration des symptômes neurotoxiques
  - . la sensibilité à l'environnement (Rubrique IV),
  - . le degré d'anxiété (Rubrique V),
  - . l'évaluation subjective de la santé et de la qualité de vie et leur évolution au cours des 5 dernières années (Rubrique VI).

Il faut le proposer en dehors d'une exposition aiguë, dans un environnement calme et il demande environ 15 minutes pour le renseigner. Il est conseillé, pour éviter les erreurs, d'utiliser une règle afin de suivre ligne par ligne le texte.

## **Annexe 2 : le test de vision des couleurs Lanthony désaturé 15-D**

L'exposition chronique aux solvants peut altérer la vision des couleurs sur l'axe bleu/jaune. Cette dyschromatopsie acquise est détectable précocement au moyen du test de D. Lanthony désaturé 15-D en respectant les conditions d'éclairage et de présentation recommandées par le concepteur.

Il s'agit de ranger dans un boîtier des pastilles de couleur pastel en les mettant par ordre de proximité colorée en vision binoculaire puis avec l'œil droit puis gauche.

L'éclairage doit être standardisé :

- dans un local borgne, utiliser une source lumineuse :
  - . avec un spectre d'énergie correspondant à celui du soleil (température de couleur 6500 K, illuminant C ou D 65, index de rendu coloré > 90),
  - . d'une intensité lumineuse (> 500 Lux) : plus l'intensité diminue plus il y a de faux déficits acquis (axe bleu-jaune). Un réglage à 1000 lux est correct mais il doit être vérifié à chaque utilisation par une mesure avec un luxmètre.

Le test se fait sans limitation de temps : en général il prend 3 minutes.



## Références

1. Chouanière D, Cassitto MG, Spurgeon A, Verdier A, Gilioli R. An international questionnaire to explore neurotoxic symptoms. *Environmental Research*, 1997, 73, 70-72
2. Chouanière D, Demange V, Loquet G, Perrin P, Johnson AC, Planeau V, Baudin V, Toamain JP, Morata T. Comment explorer l'ototoxicité des solvants dans le cadre d'études épidémiologiques. *ORL-NOVA*, 2001, 11, 134-140
3. Demange V, Chouanière D, Loquet G, Perrin P, Johnson AC, Morata T. Les effets ototoxiques des solvants. *Revue de la littérature. ORL-NOVA*, 2001, 11, 141-150
4. Falcy M, Chouanière D. Modifications du tableau n° 84 « Affections engendrées par les solvants organiques liquides à usage professionnel » et commentaires. Décret n°2007-457 du 25 mars 2007 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles annexés au livre IV du Code de la Sécurité Sociale. *Documents pour le médecin du travail*, 2ème trimestre 2007, 110, 265-276, TK 20
5. Johnsen H. et al (1992). Occupational neurotoxicity: Criteria document for evaluation of existing data, Nordic Council of ministers, 51 p.
6. Kaukiainen A, Akila R, Martikainen R, Sainio M. Symptom screening in detection of occupational solvent-related encephalopathy. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009 Feb;82(3):343-55. Epub 2008 Jul 5.
7. Keski-Säntti P, Mäntylä R, Lamminen A, Hyvärinen HK, Sainio M. Magnetic resonance imaging in occupational chronic solvent encephalopathy. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009 Apr;82(5):595-602. Epub 2008 Oct 21.
8. Rouch I, Wild P, Fontana JM, Chouanière D. Evaluation of the French version of EUROQUEST: a questionnaire for neurotoxic symptoms. *Neurotoxicology*, 2003, 24, 541-546
9. Van der Hoek JA, Verberk MM, van der Laan G, Hageman G. Routine diagnostic procedures for chronic encephalopathy induced by solvents: survey of experts. *Occup Environ Med*. 2001 Jun;58(6):382-5.
10. Visser I, Lavini C, Booij J, Reneman L, Majoie C, de Boer AG, Wekking EM, de Joode EA, van der Laan G, van Dijk FJ, Schene AH, Den Heeten GJ. Cerebral impairment in chronic solvent-induced encephalopathy. *Ann Neurol*. 2008, May;63(5):572-80.

## **BTP et risque reprotoxique: état des lieux.**<sup>◊</sup>

**Jeanne PERRIN - Pascale BIZET - Marie-Roberte GUICHAOUA -  
Jean-Marie GRILLO - Alain BOTTA - Irène SARI-MINODIER**

### **I- Introduction**

Depuis 1992, de nombreuses études ont mis en évidence un déclin des paramètres spermatiques au cours des dernières décennies, suscitant l'intérêt de la communauté scientifique pour la santé reproductive masculine. De nombreuses équipes se sont ainsi penchées sur les effets des expositions professionnelles. Les études épidémiologiques consacrées à cette question explorent le plus souvent des expositions professionnelles ciblées (ex : les solvants, la chaleur, le stress), ou des secteurs d'activité particuliers présentant un profil d'exposition homogène. Elles ont permis de démontrer l'effet néfaste de certaines expositions professionnelles sur la fertilité et/ou les paramètres du sperme des salariés exposés.

L'enquête SUMER 2002-2003 a montré que les ouvriers du BTP étaient « plus exposés aux produits reprotoxiques que les autres (3% contre 2%), notamment au Plomb et à ses dérivés, surtout les ouvriers du second œuvre (5%) » (INRS 2008). Les principaux facteurs reprotoxiques rencontrés dans le secteur d'activité du Bâtiment et des Travaux Publics sont ici présentés, ainsi que les mécanismes d'action des reprotoxiques lorsqu'ils sont connus.

### **II- Rappel : spermatogenèse, sites d'action des toxiques pour la reproduction**

La spermatogenèse se déroule dans les tubes séminifères du testicule, sous le contrôle hormonal de l'axe gonadotrope. Dans les tubes séminifères se trouvent des cellules germinales et des cellules somatiques aux rôles indispensables, les cellules de Sertoli.

La spermatogenèse est dépendante de la température. Le cycle de spermatogenèse dure 74 jours dans l'espèce humaine ; il transforme les spermatogonies, cellules germinales les plus immatures, en spermatozoïdes, gamètes matures. L'acquisition de la mobilité et du pouvoir fécondant des spermatozoïdes est réalisée durant leur transit dans les voies séminales après leur sortie du testicule. L'éjaculat est une suspension de spermatozoïdes dans le liquide séminal, lui-même synthétisé par les glandes annexes des voies séminales (principalement les vésicules séminales et la prostate).

La spermatogenèse peut être altérée à tous les stades de différenciation des cellules germinales, avec pour conséquences une réduction de la concentration et/ou de la morphologie des spermatozoïdes, une altération de la stabilité de la chromatine et/ou des dommages à l'ADN des spermatozoïdes. La mobilité des spermatozoïdes peut être altérée par des toxiques présents dans le liquide séminal, provenant des glandes annexes des voies séminales. Le contrôle hormonal de la spermatogenèse peut enfin être altéré par des toxiques chimiques perturbateurs endocriniens, principalement à action anti-androgène ou estrogéno-mimétique.

<sup>◊</sup> Jeanne Perrin - Pascale Bizet - Marie-Roberte Guichaoua - Jean-Marie Grillo - Alain Botta - Irène Sari-Minodier

1) Laboratoire de Biologie de la Reproduction. AP-HM - La Conception. 147 Bd. Baille Marseille, F13005, France

2) Laboratoire de Biogénotoxicologie et Mutagenèse Environnementale (EA 1784 – Fédération de Recherche Eccorev 3098). Faculté de Médecine. 27 Bd. Jean Moulin, Marseille, F-13005, France.

3) Service Hospitalo-Universitaire de Médecine et Santé au Travail. AP-HM et Faculté de Médecine. 27, Bd. Jean Moulin, Marseille, F-13005, France. [jeanne.perrin@ap-hm.fr](mailto:jeanne.perrin@ap-hm.fr)

Certains reprotoxiques peuvent exercer un effet transitoire, une récupération des paramètres du sperme restant possible à l'arrêt de l'exposition ; d'autres, les reprotoxiques altérant les cellules germinales les plus immatures (cellules souches), sont susceptibles d'exercer un effet à long terme, voire permanent (Jensen et coll. 2006).

### **III- Les principaux reprotoxiques dans le BTP**

#### **1. Solvants**

##### **a. Ethers de glycol**

Les éthers de glycol sont les dérivés de l'éthylène glycol et du propylène glycol. Dans l'enquête SUMER, 2,5% des salariés y étaient exposés dont 69% étaient des hommes ; 93% des expositions étaient faibles ou très faibles. La construction faisait partie des secteurs économiques les plus exposants pour les salariés (soit 32 000 salariés, principalement des ouvriers qualifiés du second oeuvre du bâtiment) (INRS 2005).

De nombreuses études ont mis en évidence une altération des paramètres spermatiques chez les salariés masculins exposés. Plusieurs études ont également montré chez les hommes infertiles une sur-représentation des salariés exposés aux solvants par rapport aux contrôles fertiles ou aux hommes infertiles présentant des paramètres spermatiques normaux (Jensen et coll. 2006, de Fleurian et coll. 2009).

Les données in vitro et in vivo montrent que les métabolites aldéhydes et acides sont les principaux responsables de la toxicité sur la reproduction. Les cibles des éthers de glycol sont les cellules germinales immatures, en particulier les spermatocytes au stade pachytène de la méiose. Leur atteinte interrompt la spermatogenèse de manière dose-dépendante. La sensibilité du testicule dépend de l'éther de glycol considéré (Cicoella 2006).

##### **b. Autres solvants organiques**

Les salariés sont le plus souvent exposés à plusieurs types de solvants, ce qui rend difficile l'étude des effets intrinsèques de chaque composé. Les études portant sur les effets de l'exposition à un seul solvant sur la reproduction masculine sont assez rares.

#### **2. Ciment**

Les effets reprotoxiques du ciment ont été évoqués dans une étude récente conduite par notre équipe et qui mettait en évidence, dans une population d'hommes consultant pour infertilité de couple, que les salariés exposés au ciment présentaient un risque plus élevé de présenter une altération des paramètres spermatiques, en particulier une altération de la morphologie et de la concentration des spermatozoïdes (de Fleurian et coll. 2009). Les données de la littérature sur cette question sont inexistantes. La composition du ciment est complexe, de nombreux types différents sont disponibles, qui ont des compositions en métaux différentes. De plus, la plupart des salariés étudiés sont également exposés à d'autres reprotoxiques (solvants, fumées de soudage). Ces résultats restent à confirmer.

#### **3. Métaux**

##### **a. Soudure**

Dans les années 1980-1990, plusieurs études ont suggéré un effet néfaste de l'exposition des hommes aux fumées de soudure sur les paramètres du sperme et le délai à concevoir. Ces résultats n'ont pas été confirmés par une étude de cohorte de couples désirant une grossesse, dont l'homme était exposé professionnellement aux fumées de soudure (Jensen et coll. 2006). Il semble actuellement que cette exposition professionnelle n'est pas aussi reprotoxique que cela a été suggéré, probablement en raison de la baisse des niveaux d'exposition dans les pays occidentaux.

## **b. Le Plomb**

Bien que la nocivité du Plomb soit connue de longue date, les conséquences de son exposition en terme de reprotoxicité ne sont pas prises en compte dans les tableaux de maladies professionnelles. Dans l'enquête SUMER, le secteur économique le plus exposant pour les salariés était la construction (2% soit 25000 salariés) et 85% des salariés exposés étaient des hommes. La majorité des expositions (82%) étaient néanmoins de très faible ou faible intensité et 5(1)8% des expositions duraient moins de 2h hebdomadaires (INRS 2005).

Plusieurs études transversales ont démontré le lien entre exposition au Plomb et diminution des paramètres spermatiques, confirmé par les études chez l'animal. Une étude Européenne a évalué autour de 450 µg/l le seuil de plombémie en dessous duquel les effets de l'exposition au Plomb seraient improbables (Joffe et coll. 2003). Au-delà de ce seuil, il existe une relation exposition-réponse entre le seuil d'exposition et le délai à concevoir des salariés. Au niveau des paramètres du sperme, on observe une altération de la morphologie des spermatozoïdes et de l'intégrité de la chromatine de leur noyau. Le Plomb interfère probablement avec la maturation des spermatozoïdes à divers niveaux. Il altérerait la condensation de la chromatine du spermatozoïde, en entrant en compétition avec le Zinc, qui participe à la compaction de l'ADN assurée par les protéines nucléaires Protamines, riches en Cystéine. Cette altération de l'intégrité de la chromatine serait liée à la diminution de la fécondance du sperme, et causerait des dommages à l'ADN des spermatozoïdes. Le Plomb pourrait aussi induire une peroxydation lipidique dans les glandes annexes des voies séminales, dont le produit, le malondialdéhyde, libéré dans le liquide séminal, induirait une altération du mouvement des spermatozoïdes (Kasperczyk et coll. 2008).

## **4. Chaleur**

Il a été montré dans différentes études que l'exposition professionnelle à une chaleur excessive est liée à un allongement significatif du délai à concevoir des salariés exposés. Plusieurs études ont pu lier la température ambiante du poste de travail et/ou la température scrotale de certains salariés (soudeurs, chauffeurs) à la diminution des paramètres du sperme (Jung et coll. 2007).

Les mécanismes d'action suspectés de la chaleur sur la spermatogenèse sont l'induction d'une apoptose dans les cellules germinales immatures (spermatocytes et spermatides) (Lue et al. 2002), et/ou une atteinte fonctionnelle des cellules de Sertoli, avec une dé-différenciation.

Les effets reprotoxiques des expositions que nous venons d'aborder peuvent avoir un impact sur la fertilité des salariés exposés et nécessitent donc une prévention en particulier chez les hommes en âge de procréer. Cette prévention est d'autant plus importante que certains reprotoxiques présentent également un impact possible sur le développement de la descendance des individus exposés.

## **5. Toxicité développementale d'origine paternelle**

Si les mécanismes d'action des reprotoxiques sur le développement de la descendance des individus exposés ne sont pas toujours connus, un nombre croissant d'études mettent en évidence une toxicité développementale de certains reprotoxiques masculins. Ainsi, une méta-analyse reprenant 52 études sur les grossesses issues de parents exposés aux solvants a récemment montré que l'exposition professionnelle paternelle aux solvants organiques est associée à un risque accru de malformations du système nerveux central, en particulier de défauts du tube neural, comprenant l'anencéphalie (Logman 2005). Une autre étude a suggéré que l'exposition paternelle au plomb dans la phase pré-conceptionnelle est capable d'augmenter le risque de cancer dans la descendance, par toxicité héritée (Feychting 2001).

#### IV Conclusion : Implications en pratique clinique

Le taux de couples en âge de procréer qui consultent pour un désir de grossesse non satisfait avoisine les 15% dans les pays occidentaux. Il paraît aujourd'hui important de ne pas considérer ces couples comme des individus isolés de leur environnement, mais de prendre en compte les expositions environnementales et en particulier professionnelles auxquelles ils sont soumis. Dans ce but, la collaboration entre Médecine de la Reproduction et Médecine du Travail est à développer, dans les deux sens : dans un but thérapeutique pour les médecins de la reproduction, soucieux de diminuer les expositions professionnelles potentiellement reprotoxiques de leurs patients infertiles ; dans un but préventif chez les médecins du travail, attentifs à l'avenir reproductif et à la santé de la descendance de leurs patients.

#### Bibliographie :

- Cicolella A. Glycol ethers reproductive risks. *Gynecol Obstet Fertil.* 2006 Oct;34(10):955-63.
- de Fleurian G, Perrin J, Ecochard R, Dantony E, Lanteaume A, Achard V, Grillo JM, Guichaoua MR, Botta A, Sari-Minodier I. Use of a Questionnaire to Correlate Self-Reported Occupational Risk Factors and Semen Quality in Clinical Practice. *J Androl.* 2009 Feb 19. sous presse
- Feychting M, Plato N, Nise G, Ahlbom A. Paternal occupational exposures and childhood cancer. *Environ Health Perspect* 2001;109:193-6.
- INRS. Les expositions aux produits CMR. Enquête SUMER 2001-2002, surveillance médicale des risques professionnels. *Doc Méd Trav* n° 104, 4ème trimestre 2005, 471-483.
- INRS. Les ouvriers du BTP. Enquête SUMER 2002-2003. *Doc Méd Trav* n°113, 1<sup>er</sup> trim 2008, 81-89.
- Jensen TK, Bonde JP, Joffe M. The influence of occupational exposure on male reproductive function. *Occup Med (Lond).* 2006 Dec;56(8):544-53.
- Jung A, Schuppe HC. Influence of genital heat stress on semen quality in humans. *Andrologia.* 2007 Dec;39(6):203-15.
- Joffe M, Bisanti L, Apostoli P et al. Time to pregnancy and occupational lead exposure. *Occup Environ Med* 2003;60:752-758.
- Kasperczyk A, Kasperczyk S, Horak S, Ostalowska A, Grucka-Mamczar E, Romuk E, Olejek A, Birkner E. Assessment of semen function and lipid peroxidation among lead exposed men. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2008 May 1;228(3):378-84.
- Logman JF, de Vries LE, Hemels ME, Khattak S, Einarson TR. Paternal organic solvent exposure and adverse pregnancy outcomes: a meta-analysis. *Am J Ind Med.* 2005 Jan;47(1):37-44.
- Lue YH, Lasley BL, Laughlin LS, Swerdloff RS, Hikim AP, Leung A, Overstreet JW, Wang C. Mild testicular hyperthermia induces profound transitional spermatogenic suppression through increased germ cell apoptosis in adult cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *J Androl.* 2002 Nov-Dec;23(6):799-805.

## Nanoparticules et santé.<sup>◇</sup>

**Patrick BROCHARD**

L'émergence des nanotechnologies pose aujourd'hui le problème de la dangerosité des nanoparticules NP (particules de diamètre inférieur à 100 nanomètres) sur la santé de l'homme. La question est d'autant plus aiguë que le développement des recherches et des applications industrielles se fait (quantitativement et qualitativement) de façon exponentielle. Les nombreuses données disponibles dans la littérature toxicologique sont principalement de nature expérimentale. L'essentiel porte sur des modèles in vitro et in vivo (rongeurs), et les principaux résultats suggèrent un comportement différent et, une plus grande réactivité biologique des particules nanométriques par rapport aux particules micrométriques de même composition chimique :

- déposition diffuse des particules sur l'ensemble des voies aériennes ;
- internalisation rapide des NP dans les cellules par des mécanismes différents de la phagocytose, susceptibles d'interférer sur les capacités d'épuration macrophagique ;
- induction d'un stress oxydant et d'une réponse pro-inflammatoire cellulaire et tissulaire de façon dose-dépendante, modulés selon la fonctionnalisation des surfaces des NP ;
- translocation des NP à travers les barrières tissulaires considérées comme peu perméables (membrane alvéolo-capillaire, barrière hémato-encéphalique, muqueuse digestive), plus discutable à travers la peau saine ;
- induction de réponses systémiques (sur le système cardiovasculaire et le système nerveux central) ;

Ces résultats confirment également, comme pour les particules microniques, l'importance des paramètres de biopersistance (en particulier du fait d'une faible solubilité) et de forme (particules allongées comme les nanofilaments ou nanotubes) qui augmentent significativement la toxicité tissulaire.

Les données chez l'homme se limitent actuellement aux études d'exposition contrôlée portant principalement sur des NP de carbone à des concentrations de l'ordre de 25 à 50 µg/m<sup>3</sup>. Les principaux résultats portent sur la déposition des NP dans les voies aériennes, leur translocation (NP radio-marquées), les modifications des débits expiratoires et certains effets systémiques (molécules d'adhésion du sang périphérique). Ces données corroborent les résultats des études évaluant les conséquences de l'exposition de l'homme à la fraction ultrafine des particules provenant de la pollution atmosphérique.

Au total, il persiste encore beaucoup d'incertitudes sur la fiabilité des données expérimentales (problèmes méthodologiques non résolus dans la standardisation des tests et l'évaluation des doses délivrées) qui rendent difficiles l'extrapolation de ces résultats chez l'homme. Néanmoins ces données sont suffisantes pour considérer que le comportement et la réactivité des NP représentent un danger pour les systèmes biologiques, sans qu'on puisse actuellement évaluer le risque réel chez l'homme. Elles imposent donc dès maintenant l'application du

---

<sup>◇</sup> Patrick BROCHARD, Laboratoire Santé Travail Environnement (EA 3672)  
Université Victor Segalen Bordeaux 2

principe de précaution (mise au point d'un système de classification des NP, adaptation de la réglementation REACH au domaine des NP, traçabilité des produits, repérage des travailleurs exposés, évaluation des expositions individuelles, mise en place de moyens de protection collectifs et individuels, réflexion sur les modalités du suivi médical).

## **Fibres fines et fibres courtes d'amiante : quels risques ?**<sup>◇</sup>

**Professeur C. PARIS**

### **Introduction**

Les caractéristiques des fibres à prendre en compte pour la mesure de la concentration des fibres dans l'air ont été définies par l'Organisation Mondiale de la Santé sur la base d'un consensus international établi à la fin des années 1960. Selon ces recommandations, une fibre est définie comme toute particule solide, naturelle ou artificielle, allongée à bords parallèles ayant un diamètre inférieur à 3 µm, une longueur supérieure ou égale à 5 µm et un rapport longueur sur diamètre supérieur à 3. Dès lors la quasi-totalité des mesures réalisées (ou encore actuellement) en milieu professionnel avec la méthode de microscopie en contraste de phase (MOCP) ont suivi ces principes. Il en résulte que les niveaux d'empoussièrement atmosphérique en fibres ne sont connus que pour ces classes de fibres et plus particulièrement pour une longueur  $\geq 5\mu\text{m}$ . Comme corolaire, l'ensemble des études épidémiologiques évaluant les relations dose-effet des fibres d'amiante ont reposées sur ces seules classes de fibres. L'utilisation de technique de microscopie électronique à transmission analytique (META) a ensuite permis d'améliorer la résolution de comptage et les fibres de diamètre inférieur à 0,2 µm ont été prises en compte en particulier dans l'environnement général, lors des mesures à l'intérieur des bâtiments par exemple.

Un travail de Dodson et al. (2003) discute cette définition et s'intéresse à la pathogénicité des fibres d'amiante selon leurs paramètres dimensionnels. En particulier ces auteurs soulignent l'impact potentiel sur la santé des fibres d'amiante de longueur inférieure à 5 µm. Ils concluent que les données actuelles soutiennent l'hypothèse que les fibres d'amiante induisent une réponse pathologique et ce quelle que soit leur longueur. Ils suggèrent donc que l'exclusion des FCA dans la genèse des pathologies liées à l'amiante est critiquable.

Faisant suite à cette publication, l'Afsset a été saisie en date du 7 février 2005 par la direction générale de la santé (DGS), la direction générale du travail (DGT) et la direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (D4E), pour procéder à une

évaluation des risques sanitaires liés aux fibres courtes d'amiante (FCA) (longueur  $L < 5\mu\text{m}$ , diamètre  $d < 3\mu\text{m}$  et rapport  $L/d \geq 3$ ). Une lettre de mission complémentaire a été adressée à l'Agence par la direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR), la DGS et la DGT en date du 16 mai 2007 demandant d'étendre le champ des investigations aux fibres fines d'amiante (FFA) ( $L \geq 5\mu\text{m}$ ,  $d < 0,2\mu\text{m}$  et  $L/d \geq 3$ ).

Cette saisine visait à faire le point sur la toxicité des fibres courtes ( $L < 5\mu\text{m}$ ) ou fines ( $d < 0,2\mu\text{m}$ ) d'amiante, d'en documenter la distribution dans l'environnement général ou professionnel, de procéder à une évaluation des risques sanitaires associés à ces classes granulométriques et enfin éventuellement d'en analyser les conséquences en termes de métrologie et de valeurs de références.

Les principaux résultats de l'expertise collective qui a été conduite sont présentés ici. Un rapport détaillé de l'expertise est disponible sur le site de l'Agence ([www.afsset.fr](http://www.afsset.fr)). Un rappel des définitions utilisées par l'expertise collective est donné en fin de document

---

<sup>◇</sup> Pr Christophe Paris

Inserm U954 - Nutrition, Génétique et Exposition aux Risques Environnementaux Faculté de Médecine  
9 rue de la Forêt de Haye - 54505 Vandoeuvre Lès Nancy - France  
[c.paris@chu-nancy.fr](mailto:c.paris@chu-nancy.fr)



## Méthode de travail du groupe d'expertise

Les experts du groupe de travail ont été répartis en trois sous-groupes en charge respectivement de traiter les thématiques relatives à la toxicité des fibres courtes et des fibres fines d'amiante, celles relatives à la métrologie et à l'évaluation de l'exposition puis celles relatives aux études épidémiologiques et à la coordination de l'évaluation des risques sanitaires.

Concernant la partie relative à la caractérisation du danger, l'Afsset a mandaté l'[Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale](#) (Inserm) afin de réaliser un bilan bibliographique des données actuelles concernant l'influence du paramètre dimensionnel pour la toxicité des fibres d'amiante.

En vue d'acquérir des connaissances sur la distribution granulométrique de l'amiante dans les différents types d'environnements, l'Agence a sollicité le laboratoire d'études des particules inhalées (LEPI – ville de Paris), en complément d'une revue de la littérature réalisée par le groupe de travail. Ce laboratoire a initié un travail de synthèse et de réanalyse relatif à la répartition granulométrique des fibres d'amiante selon leur nature (chrysotile, amphiboles) et les circonstances d'exposition de la population générale (environnement intérieur ou extérieur, nature des matériaux en présence, ...) puis de la population professionnelle avec des échantillons de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST, Québec).

Enfin, afin de confronter les expertises et de discuter des travaux puis des propositions du groupe de travail, l'Afsset a organisé, à la demande des experts, deux journées d'échanges (17 et 18 septembre 2008) à Paris avec des représentants de l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), l'Environmental Protection Agency (US-EPA), le Health & Safety Laboratory (HSL- UK) et le Finnish Institute of Occupational Health (FIOH).

## Résultat de l'expertise collective

### Identification et caractérisation du danger

Une toxicité différentielle des fibres d'amiante selon les critères dimensionnels a été avancée par Stanton *et al.* en 1981 sur la base de données animales après implantation pleurale. Les travaux menés depuis n'ont fait que confirmer le plus grand pouvoir cancérogène des fibres « longues » par rapport à celui des fibres « courtes ». Les classes granulométriques définies pour ces comparaisons varient selon les différentes études, mais les résultats concernent généralement des fibres de longueur supérieure ou égale à 8 µm, voire 4 µm ou 5 µm. Ces résultats ont également été observés dans des études animales utilisant d'autres voies d'exposition aux fibres (intra-trachéale, inhalation), avec un nombre de tumeurs induites par les FCA nul ou faible selon les protocoles et les variétés minéralogiques d'amiante. Une relation positive avec le nombre de tumeurs a également été observée avec la diminution du diamètre des fibres ( $0,25 \mu\text{m} < d < 1,5 \mu\text{m}$ ) et cela de manière indépendante de la longueur, y compris pour des longueurs  $< 8 \mu\text{m}$ .

Les données *in vitro* sont globalement en accord avec l'existence d'un rôle majeur des paramètres dimensionnels (effets plus importants avec l'augmentation de la longueur et la diminution du diamètre) dans les propriétés cancérogènes des fibres d'amiante. Toutefois, quelques travaux ont aussi mis en évidence une action significative des FCA selon certains des critères étudiés (effets cytotoxiques, génotoxiques ou sur la mitose). Cependant, plusieurs de ces travaux ont suggéré que des facteurs autres que dimensionnels interviennent dans les propriétés cancérogènes des fibres d'amiante : réactivité de surface, composition chimique, interaction avec certaines molécules comme les hydrocarbures polycycliques aromatiques ou encore la biopersistance. Ces facteurs s'appliquent à toutes les classes granulométriques des fibres d'amiante.

De nombreuses limites, liées aux contraintes expérimentales, viennent toutefois nuancer ces résultats et leur interprétation quant au potentiel toxique des FCA. Les conditions de préparation et d'analyse des échantillons, le nombre d'animaux utilisés dans les protocoles, la présence systématique et simultanée de fibres de longueur supérieure à 5 µm et de fibres de longueur inférieure à 5 µm dans les échantillons testés sont en effet autant de causes d'incertitude qui ne permettent pas de poser un diagnostic simple sur l'induction d'un effet cancérigène par les FCA. L'existence de propriétés cancérigènes des FCA ne peut donc pas être écartée avec certitude.

Concernant les FFA, les éléments recueillis sont concordants pour affirmer l'existence d'un effet cancérigène induit par cette classe granulométrique.

A l'heure actuelle, aucune étude expérimentale ne permet d'évaluer avec précision la relation dose-effet pour chaque classe granulométrique des fibres d'amiante, de façon indépendante des autres classes granulométriques.

### **Données métrologiques et évaluation de l'exposition**

En France, la mesure des expositions en milieu professionnel repose sur la technique MOCP (norme XP X 43-269 :2002) alors que celle des expositions environnementales repose sur la META (méthode indirecte, norme NFX 43-050 :1996).

La première méthode présente un certain nombre de limites (pas d'identification de la nature des fibres, non prise en compte des FCA et des fibres de diamètre < 0,2 µm) mais sa simplicité et son caractère économique en ont fait la méthode de référence internationale en milieu professionnel. La mise en œuvre de la META est par contre variable selon les pays (méthode directe, indirecte ou utilisation de la microscopie électronique à balayage analytique (MEBA) par exemple en Allemagne avec la norme VDI-3492). Dans tous les cas, seules les fibres de plus de 5µm de longueur sont comptées à l'heure actuelle ( $L \geq 5\mu\text{m}$ ,  $0,2\mu\text{m} < d < 3\mu\text{m}$ ,  $L/d \geq 3$  en MOCP ;  $L \geq 5\mu\text{m}$ ,  $d < 3\mu\text{m}$ ,  $L/d \geq 3$  en META). Du fait de la différence de sensibilité entre les deux techniques et de l'absence d'identification de la nature des fibres par la MOCP, il n'existe pas de modélisation fiable permettant de passer d'une mesure réalisée par une technique à l'autre. Des facteurs de conversion moyens (MOCP → MET) allant de 1,7 à 4 ont été proposés en fonction des types de fibres, pouvant atteindre 30 dans certains travaux.

Les données de la littérature relatives à la distribution granulométrique des fibres d'amiante dans l'environnement restent limitées. Ainsi, les résultats présentés proviennent principalement d'études réalisées dans le cadre de cette expertise. Ces études ont été réalisées avec la META (méthode indirecte, norme NFX 43-050 :1996).

Environnement général extérieur. Le LEPI a procédé à une ré-analyse de prélèvements effectués entre 1993 et 1995 en Ile de France, en prenant en compte la totalité des classes dimensionnelles. Les échantillons contenaient uniquement du chrysotile. Les niveaux médians et maximums sont respectivement de 0,12 et de 0,47 f/L pour les FRg (incluant les FFA) et de 0,32 et de 2,73 f/L pour les FCA. Le seuil réglementaire fixé actuellement pour l'environnement général repose sur le fond de pollution établi par des mesures réalisées en Ile de France en 1974, avec des concentrations maximales à 5 f/L pour les fibres d'amiante définies par une longueur supérieure à 5 µm. Une réactualisation de ce seuil réglementaire selon le même principe conduirait à préconiser aujourd'hui un seuil de 0,47 f/L pour les fibres de longueur supérieure à 5 µm (soit une division par 10 de la concentration maximale relevée dans les années 1970).

Environnement général intérieur. Une ré-analyse de 105 échantillons en provenance de bâtiments divers a été réalisée par le LEPI (entre 1997 et 2004). La prépondérance de fibres de chrysotile a été confirmée (>90%). Les concentrations vont de la limite de détection à 630,9 f/L pour les FCA, de la limite de détection à 14,03 f/L pour

les FFA et de la limite de détection à 16,3 f/L pour les FRg. Les FCA représentent en moyenne dans ces situations de 71% (matériaux amiante ciment) à 98% (calorifugeage) des fibres comptées alors que les FFA représentent de 1,5% à 16,5% des fibres comptées. Les concentrations et les proportions en FCA semblent être influencées par la nature des matériaux à proximité des points de prélèvements (concentrations moyennes en FCA : calorifugeage 91f/L, dalles de sol 36,2 f/L, flocage 20,4 f/L, faux-plafonds 5,1 f/L, enduits 2,4 f/L et amiante-ciment 0,9 f/L). De 4% (flocage) à 67% (amiante ciment) des échantillons ne contiennent que des FCA. Ces différences sont le reflet d'une dégradation variable des matériaux situés à proximité des prélèvements. Ces résultats sont toutefois à nuancer en raison du faible nombre de prélèvements (n=105) et de l'absence de représentativité de ceux-ci (série rétrospective sans tirage aléatoire des situations documentées).

Environnement professionnel. 192 échantillons, prélevés entre 1990 et 2006, correspondant à 7 secteurs industriels (asphalte, fabrication de freins, mines, textile, enlèvement, recyclage et amiante ciment) ont été analysés. Plus de 45 000 fibres ont été comptées (dont 98% de chrysotile) avec des concentrations moyennes et maximales respectivement de 16,3 à 505,2 f/mL pour les FCA, de 0,4 à 18,4 f/mL pour les FFA et de 0,5 à 9,3 f/mL pour les FRp. Les proportions de FCA et de FFA dans ces échantillons varient peu (respectivement de 87% à 96% et de 2,1% à 5,6%). Dans les limites de la comparaison de données acquises avec des méthodologies analytiques différentes, les données historiques recensées dans la littérature semblent toutefois indiquer une variation plus importante de ces différentes classes granulométriques, en particulier des FCA (60 à 100%). Les données par secteurs sont insuffisantes pour pouvoir être exploitées et déterminer d'éventuelles variations significatives de la distribution des FCA entre les secteurs. Concernant le secteur du retrait de l'amiante, les quelques données disponibles confirment la sous-estimation des niveaux d'empoussièrement reposant sur la seule méthode MOCP.

### **Données de bio-métrie chez l'homme**

L'interprétation des données bio-métrie chez l'homme est difficile en raison des multiples paramètres techniques pouvant interférer avec le résultat (méthodes de prélèvement des échantillons biologiques, de stockage, de préparation et de comptage) et des critères intervenant après inhalation de fibres (cinétique d'élimination, notamment rôle de l'épuration ou du tabagisme). Ces remarques étant faites, l'étude de la charge pulmonaire en fibres d'amiante montre la présence constante de FCA et plus encore de FFA, dans des proportions variables selon les études et le type de fibres. L'appréciation par la bio-métrie des expositions antérieures, notamment aux FCA, est difficile en raison des caractéristiques de bio-persistance des fibres, et en particulier pour le chrysotile. Une corrélation entre rétention des FCA et fibrose a été rapportée par plusieurs auteurs pour la trémolite suggérant des propriétés fibrogènes pour ces fibres, mais le rôle d'une rétention accrue de FCA dans les zones de fibrose n'est pas exclu. Enfin, bien que des fibres d'amiante de longueur supérieure ou égale à 5 µm, et plus singulièrement des FFA, soient retrouvées au niveau de la plèvre pariétale, la proportion de FCA y est globalement plus élevée que dans le poumon. Au final, les données bio-métrie ne permettent pas de définir un rôle éventuel des FCA dans la pathologie humaine.

### **Données épidémiologiques**

Une analyse des études épidémiologiques a été conduite dans les secteurs industriels présentant les plus fortes concentrations en FCA selon les données métrie issues de la littérature ou acquises pour cette expertise. Cette analyse n'a pas mis en évidence d'excès de risque de cancer bronchique ou de mésothéliome dans le secteur de la maintenance des systèmes de freinage ou de production d'amiante-ciment (chrysotile), et un risque avéré, mais plus faible comparativement aux autres secteurs industriels, dans le secteur minier. Les

données issues des méta-analyses publiées récemment confortent ces résultats et soulignent le rôle majeur des fibres amphiboles comparativement au chrysotile.

La variabilité des proportions de FCA entre les secteurs et une toxicité moindre de celles-ci pourraient constituer une hypothèse plausible pour expliquer ces différences de risque entre secteurs. Toutefois, l'incertitude qui pèse sur les estimations des niveaux d'expositions, le caractère non représentatif des données métrologiques collectées et la présence, même en faible proportion, de fibres de longueur  $\geq 5\mu\text{m}$  dans les secteurs où l'excès de risque est plus faible, ne permettent pas de conclure formellement à l'absence ou à l'existence d'un faible effet cancérigène des FCA. De plus, les faibles variations des proportions de FCA observées dans les données acquises au cours de cette expertise pour quelques secteurs industriels suggèrent un effet limité de ces variations granulométriques par rapport aux différences d'effets sanitaires observées en fonction des secteurs industriels.

Les travaux récents de l'EPA et du NIOSH sur la modélisation des relations dose-effet pour le cancer bronchique (et le mésothéliome pour l'EPA), à partir de données métrologiques en META apportent des éléments intéressants. La prise en compte des fibres les plus fines permet d'améliorer significativement l'adéquation des modèles estimant les pentes des relations dose-effet pour le cancer bronchique et le mésothéliome. Concernant les FCA, les résultats sont moins probants, du fait d'une forte corrélation entre les nombres de fibres des différentes classes de longueur ( $<$  ou  $\geq 5\mu\text{m}$ ). Au final, la toxicité des FCA évaluée d'un point de vue épidémiologique ne peut être écartée, bien que certains auteurs considèrent que celle-ci est nulle. L'existence d'un effet non nul, mais faible des FCA apparaît ainsi comme une hypothèse conservatrice. En ce qui concerne les FFA, les données récentes, bien que peu nombreuses, confirment l'existence d'un effet cancérigène important.

Enfin, les données récentes sur les relations dose-effets pour le cancer bronchique aux faibles niveaux d'exposition cumulée pour les fibres d'amiante de longueur supérieure à  $5\mu\text{m}$  tendent à montrer que le modèle linéaire sans seuil sous-estime la relation pour les faibles doses. Ces éléments incitent à abaisser la VLEP actuellement en vigueur en France, à l'instar de certains pays comme la Suisse, qui ont adopté une valeur de  $0,01\text{ f/mL sur }8\text{h}$ .

### **Propositions concernant la prise en compte des critères dimensionnels dans la mesure des fibres d'amiante**

Concernant les FFA, les résultats de l'expertise confirment l'intérêt de mesurer les FFA dans le cadre de la réglementation en environnement général et s'accordent sur la nécessité de recommander la prise en compte de cette classe granulométrique dans la réglementation en milieu professionnel.

Au vu de l'expertise réalisée concernant les FCA et compte tenu des nombreuses inconnues, l'intérêt de mesurer cette classe granulométrique dans le cadre d'une réglementation est questionnable et nécessite l'acquisition de données complémentaires. Cependant, il faut souligner le fait que la dangerosité des FCA n'est pas exclue et que cette classe granulométrique est présente systématiquement et dans des proportions importantes lors des mesures métrologiques. De plus, la quantification et l'identification des FCA peuvent contribuer au diagnostic de pollution d'un environnement à partir d'une source potentielle. Ces arguments sont en faveur d'une prise en compte dès à présent des FCA pour l'environnement général et professionnel. Pour l'environnement général, les FCA pourraient être utilisées dans la réglementation comme indicateur pour témoigner de la dégradation des MPCA. Pour l'environnement professionnel, la prise en compte des FCA dans les études épidémiologiques pourrait permettre d'améliorer les connaissances sur les relations dose-effet et de

réduire éventuellement les imprécisions des modèles incluant uniquement les fibres de longueur supérieure à 5 µm mesurées en MOCP.

La META paraît incontestablement la méthode la plus appropriée en vue d'apprécier l'ensemble de la distribution granulométrique de l'amiante dans les échantillons d'air. L'utilisation de cette technique est donc recommandée dans le cadre du milieu professionnel comme dans l'environnement général. Néanmoins, cette méthode devra faire l'objet d'adaptation pour pouvoir s'appliquer au milieu professionnel notamment pour déterminer les durées de prélèvement en fonction de la sensibilité analytique souhaitée et du débit des pompes de prélèvement utilisées. De même en environnement général, la prise en compte des FCA nécessitera une adaptation des paramètres analytiques. Ces adaptations conduiront à modifier les méthodes normalisées actuelles dans le cadre de la métrologie.

Enfin, l'expertise collective s'est interrogée sur l'efficacité des systèmes de protection respiratoire vis-à-vis des FCA et FFA et recommande une évaluation de ces dispositifs. Les conclusions de l'expertise collective ont été remises à l'Agence et celle-ci a publié son avis en Février 2009.

Concernant le milieu professionnel, l'Agence a ainsi recommandé (1) de recourir à la microscopie électronique pour les mesures d'empoussièrement en fibres d'amiante, (2). d'abaisser le seuil réglementaire actuel (valeur limite d'exposition professionnelle) et d'ajouter les fibres fines au comptage des poussières d'amiante

L'Agence a également recommandé, pour l'environnement général, et en particulier les bâtiments, d'abaisser la valeur réglementaire actuelle de 5 fibres par litre, qui définit le niveau résiduel autorisé à l'intérieur des bâtiments et de créer un nouveau seuil réglementaire spécifique pour les fibres courtes d'amiante, applicable dans les environnements intérieurs (établissements recevant du public...) servant d'indicateur de dégradation des matériaux amiantés, qu'elle qu'en soit la nature.

Les modifications réglementaires sont actuellement en attente, et en particulier la modification VLEP.

#### **Définition des paramètres dimensionnels retenus pour l'expertise et valeurs réglementaires actuelles**

**fibres courtes d'amiante (FCA) :**  $0,5 \mu\text{m} < L < 5 \mu\text{m}$ ,  $d < 3 \mu\text{m}$  et  $L/d \geq 3$

**fibres fines d'amiante (FFA) :**  $L \geq 5 \mu\text{m}$ ,  $d < 0,2 \mu\text{m}$  et  $L/d \geq 3$

**fibres mesurées en hygiène du travail (FRp, correspondant aux fibres OMS) :**

- a) Valeur limite d'exposition professionnelle sur 1 heure :  $0,1 \text{ f/cm}^3$  (100 f/L)
- b) Technique de mesure : microscopie optique en contraste de phase (MOCP)
- c) Dimensions mesurées :  $L \geq 5 \mu\text{m}$ ,  $0,2 \mu\text{m} < D < 3 \mu\text{m}$  et  $L/D \geq 3$

Pour information, l'environnement professionnel actuel concerne, outre les chantiers de désamiantage, des activités au contact avec des matériaux ou produits contenant de l'amiante (MPCA) susceptibles d'exposer le travailleur aux fibres d'amiante tant dans l'environnement extérieur (exemple : travaux sur de l'asphalte amianté, transfert de matériaux amiantés...) que dans l'environnement intérieur.

**fibres mesurées en environnement général (FRg, correspondant aux fibres OMS + FFA) :**

- a) Valeur réglementaire : 5 f/L

- b) Technique de mesure : microscopie électronique à transmission analytique (META)  
c) Dimensions mesurées :  $L \geq 5 \mu\text{m}$ ,  $0,01 \mu\text{m} < d < 3 \mu\text{m}$  et  $L/d \geq 3$

Pour information, l'environnement général intérieur concerne les bâtiments résidentiels ou non résidentiels mais également les environnements professionnels définis par une exposition « passive » des travailleurs tels que les bureaux, commerces, locaux industriels dont, par exemple, une partie du bâtiment contient des MPCA toujours en place... Ces situations ne concernent pas les expositions « actives » aux postes de travail.

## Bibliographie

- Dodson RF, Atkinson MA, Levin JL. (2003). Asbestos fiber length as related to potential pathogenicity: a critical review. *Am J Ind Med.* 44(3) : 291-297.
- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. (2008). Prise en compte du critère dimensionnel pour la caractérisation des risques sanitaires liés à l'inhalation d'amiante / Réévaluation des données toxicologiques, météorologiques et épidémiologiques dans l'optique d'une évaluation des risques sanitaires en population générale et professionnelle. 379 p.
- Stanton MF, Layard M, Tegeris A et al. (1981). Relation of particle dimension to carcinogenicity in amphibole asbestoses and other fibrous minerals. *J Natl Cancer Inst.* 67(5) : 965-75.

## **Démarche systématique d'analyse du risque chimique** **dans les entreprises de peinture.**<sup>◇</sup>

**Dr Pascal HEFTI**

### 1. Objectifs

Il s'agissait d'une expérimentation pour savoir s'il était possible de repérer les CMR et de faire une approche du risque chimique dans les entreprises d'une manière centralisée et systématique au niveau d'un service de santé au travail.

On désirait aussi apprécier la réponse des entreprises à une telle démarche.

Enfin, il s'agissait aussi de proposer un outil aux médecins du travail pour les aider dans leur approche de ce même risque chimique.

### 2. Matériel et méthodes

La coordination est faite par un médecin du travail. Les entreprises de 14 médecins volontaires sur trois secteurs d'activité (peintres bâtiment, imprimeries, garages) soit 232 entreprises sont systématiquement questionnées.

Une secrétaire est en charge de l'administratif : courriers et saisie des FdS, cette dernière étant validée dans un second temps par le médecin coordonnateur.

Le premier temps est la collecte des FdS (ou de la liste des produits utilisés avec les adresses Internet où l'on peut trouver les FdS ) qui est centralisée elle aussi, avec, au moins quatre demandes écrites par entreprise.

L'analyse des FdS s'appuie premièrement, sur la méthodologie mise au point par la CRAM -PL et 8 services de santé au travail : la dangerosité du produit est estimée à partir du numéro des phrases de risque, et, en second, sur l'analyse des compositions (n° Cas) aidée par le logiciel.

La durée : environ 10 mois (premier courrier début avril 2008, troisième relance fin octobre)

Le nombre de FdS exploitées : 1877

Les peintres, dans l'étude, représentent 68 entreprises sur les 232. Le nombre de salariés par entreprise de peinture varie de 1 à 355.

### 3. Retours des entreprises

Ils sont classés en *inexploitables* et *exploitables*. Les premiers comprennent : les *pas de retour* (130, dont 42 peintres), les *retours incomplets*: (17, dont 5), les *retours inadéquats* comme des envois de fiches techniques, (13, dont 4), les *pas de produits utilisés* (3, dont 1), les *exploitables* comprennent les retours de *FdS seules* (49, dont 11), les *FdS plus quantités utilisées* : (13, dont 2).

---

<sup>◇</sup> Dr Pascal HEFTI  
ST 72, rue Arnold DOLMATESCH, 72000 Le MANS  
[p.hefti@st72.org](mailto:p.hefti@st72.org)

	TOUS		PEINTRES	
	232	%	68	%
Inexploitables	163	70	52	76
Exploitable	62	27	13	19
Plus d'activité	7	3	3	5

La proportion des retours exploitables est un peu inférieure à celle obtenue dans une autre étude de ce type (33%), qui avait choisi des moyens de relance autre que le courrier (relance téléphonique).

Mais on note une grande dispersion du nombre de FdS revenues qui varie de 3 à 58.

#### 4. Les CMR retrouvés

- peu nombreux : 11 produits différents, utilisés 13 fois dans 8 entreprises.
- avérés :
- pigments (jaune, orange) : 1
- possibles :
- dichlorométhane : 6
- toluène : 2
- bisphenol (80-05-7) : 1
- branched nonylphenol (84852-15-3) : 1
- le 2 butanone oxime (96-29-7) : classé cancérigène de troisième catégorie, souvent présent dans les peintures, mais dans des proportions le plus souvent inférieures au seuil entraînant le classement du produit en C3.
- Le 872-50-4 (N-méthylpyrrolidone), proposition de classement en T2 par l'INRS

#### 5. Les solvants

Les peintures dites à l'eau contiennent encore souvent des solvants ce qui implique d'informer les chefs d'entreprises des risques encourus par les femmes enceintes.

#### 6. Les résultats rendus aux entreprises

Le logiciel permet la production d'un tableau listant les produits de l'entreprise classés en fonction de leur dangerosité, cette dernière étant éventuellement commentée,

Ce tableau est, ensuite, intégré dans un document standard comprenant des données générales sur le risque chimique et les CMR, ainsi que des informations à visée préventive sur les dangers repérés lors de l'analyse des Fds. La rédaction de ce document ainsi que la restitution à l'employeur est faite par le médecin du travail de l'entreprise.

#### 7. Critique de l'étude

- Le négatif :

Les deux principales faiblesses du travail sont à la fois la faible proportion des entreprises répondantes et l'énorme variabilité du nombre de FdS renvoyées. On peut en donner les explications suivantes. Premièrement, le temps et l'énergie nécessaires à ne serait-ce que réunir les FdS, aussi bien dans les entreprises artisanales,



que dans les autres. En deuxième on peut penser au peu d'appropriation par les professionnels de la notion de santé/sécurité, particulièrement celle à long terme.

Il convient de trouver des moyens d'améliorer ces deux points car ils entachent la validité de ce qui est constaté que ce soit pour les CMR, pour le risque chimique (sur les 12 entreprises de peinture qui ont répondu 5 utilisent du dichlorométhane, 1 un autre décapant, mais 6 aucun décapant...).

- Le positif :

La démarche a montré sa faisabilité, elle permet de fournir aux entreprises des résultats standardisés et de nature médicale car elle utilise une approche plus fine que celles fondées uniquement sur les phrases de risque. Elle améliore le rendu des médecins du travail aux entreprises.

Elle a aussi montré l'inadéquation des FdS actuelles pour un traitement informatique : la saisie est une corvée. On peut rêver d'une FdS normalisée où les renseignements pertinents seraient disponibles informatiquement.

## 8. Conclusion

L'avenir d'une telle démarche centralisée systématique, dépend de l'amélioration et de l'appropriation de la méthodologie et de l'outil.

Il faut trouver les moyens de mieux toucher les entreprises afin que la collecte des FdS, première étape dont tout dépend, soit de meilleure qualité : plus grand nombre d'entreprises répondeuses et avec une meilleure fiabilité.

Il faut, aussi, intéresser les entreprises aux retours et voir ce qu'elles font des renseignements fournis.

Il s'agit aussi d'en évaluer l'intérêt pour les médecins du travail.

Il faut, enfin, s'approprier collectivement l'outil informatique (ou en prendre un autre) pour faire vivre la démarche.

## Résumé

Cette communication donne les résultats d'une démarche centralisée systématique d'analyse du risque chimique dans les entreprises de peinture. Bien plus que les renseignements obtenus sur le risque chimique dans les entreprises de peinture, cette expérimentation pointe sur ce qu'il faut améliorer pour en faire une démarche efficace.

1. Il faut trouver les moyens de mieux toucher les entreprises afin que la collecte des FdS, première étape dont tout dépend soit de meilleure qualité : plus grand nombre d'entreprises répondeuses et avec une meilleure fiabilité. Actuellement moins de 30% des entreprises répondent quand on leur demande de fournir soit les fiches de données de sécurité soit, même, simplement la liste des produits qu'ils utilisent.
2. Il faut, aussi, intéresser les entreprises aux retours et voir ce qu'elles font des renseignements fournis.
3. Il s'agit d'en évaluer l'intérêt pour les médecins du travail.

**Enquête pluridisciplinaire d'évaluation du risque chimique**  
**dans les entreprises de peinture.**<sup>◇</sup>

**Dr Florence BAJON-THERY - Dr Eva REBESCHINI - K. LEANDRE**

Débutant en 2005, peu après la parution du décret « Prévention du risque chimique » (23/12/2003) , cette enquête s'est intéressée à la réalité du risque chimique dans les entreprises de peinture. Elle a été l'occasion d'un partenariat avec la CRAM-SE et l'OPPBTBTP, s'inscrivant également dans le Plan Régional Santé-Travail (volet « évaluation des risques »).

L'ensemble des acteurs du service de santé de l'ASTBTP13 a participé à cette enquête. Les informations recueillies concernaient les produits utilisés par les entreprises de peintures et leurs conditions d'utilisation, les équipements de protection individuelle (EPI) fournis, les produits d'hygiène cutanée proposés. Les fiches de données de sécurité (FDS) des produits identifiés ont été étudiées pour connaître les substances chimiques entrant dans leur composition et leur dangerosité.

L'enquête a été menée dans 44 entreprises, quelle que soit leur taille, soit 12.6% de nos adhérents peintres. 457 produits ont été recensés et l'analyse des FDS a révélé 175 substances chimiques distinctes. Au total 50% des produits sont non étiquetés. Nous avons retrouvé 2% de produits étiquetés « Toxiques », essentiellement des décapants ; les substances identifiées étaient : méthanol, dichlorométhane, dérivés du plomb, toluène, trichloroéthylène. 16% des produits étaient étiquetés « Nocifs », et contenaient du : xylène, ethylbenzène, acétate de 2-méthoxy1méthylethyl, des solvants naphas légers. Nous avons relevé 12 substances réglementairement classées CMR, ces substances étaient superposables à celles retrouvées dans les produits « Toxiques » ; près de 20% des FDS comptaient une substance CMR. Parmi les produits non étiquetés, on a retrouvé des substances classées dangereuses dans 109 produits ; il peut s'agir d'un défaut d'étiquetage, des données imprécises manquantes sur la nature ou la concentration de substances. Nous ne développerons pas ici les données recueillies concernant les produits « Irritants ». Notons néanmoins que 12% des produits étaient classés « Nocifs pour l'environnement » pointant la problématique de l'élimination des déchets, souvent non résolue.

Notre attention a été retenue par le nombre élevé de fabricants identifiés (71 au total) alors que le nombre de maisons-mères est restreint. Au moment de notre travail, nous avons mis en évidence des différences de « dangerosité » de formulation d'un fabricant à

l'autre, avec chez certains des substances classées déclinées dans l'ensemble d'une gamme de produits.

L'étude des conditions de manipulation confirmait les éléments connus dans les entreprises de peinture. Les EPI étaient parfois inadaptés : masques à poussières pour des peintures toxiques, gants en coton ; concernant l'hygiène cutanée, l'utilisation de savon microbille arrivait loin devant les pâtes spéciales peintres ou les crèmes barrières, tandis que le white spirit serait peu mis à disposition.

L'exploitation de nos résultats a donné lieu à la rédaction d'une « fiche-retour » : synthèse des résultats de l'enquête, accompagnée de recommandations de prévention concernant le choix des produits, les EPI adaptés, les mesures d'hygiène cutanée préconisées. Cette fiche a été délivrée aux employeurs des entreprises

---

<sup>◇</sup> Dr Florence BAJON-THERY,  
Dr Eva REBESCHINI, K.LEANDRE, les médecins de l'ASTBTP 13  
[bajon.florence@asmtbtp-marseille.fr](mailto:bajon.florence@asmtbtp-marseille.fr)

participant à l'enquête, et plus largement à l'ensemble de nos adhérents peintres, lors de visites d'entreprises ou des visites médicales de salariés concernés.

Comment s'est articulée la pluridisciplinarité ? Au cours de l'enquête, nos partenaires CRAM-SE et OPPBTP ont suivis les différents étapes d'exploitation des résultats. La CRAM-SE est intervenue auprès des fabricants de peintures, pour inciter ceux-ci à l'élimination ou la substitution des CMR dans leurs formulations. Le partenariat avec l'OPPBTP s'est articulé autour du logiciel LARA-BTP : les entreprises participantes ont fait l'objet d'échanges d'informations avec l'OPPBTP proposant des contrats de progrès à certains employeurs. Nous nous sommes également attachés à rencontrer les instances représentatives de ce secteur d'activité : section peinture de la FFB et de la CAPEB, chambre des métiers, afin de leur faire part de nos constats et diffuser nos résultats et notre fiche-support.

## Le vécu du risque chimique chez les peintres : approche psychosociologique. <sup>◇</sup>

**Sophie DOUGUET - Patricia HERMAN**

Dans un objectif de recherche pour améliorer la prévention liée au risque chimique et dans un but de communication pour les 30èmes Journées Nationales de santé au Travail du Bâtiment et des Travaux Publics, une étude d'orientation psychosociologique semblait intéressante pour comprendre la perception du risque chimique par les travailleurs du BTP. Pour modifier efficacement les comportements des individus face au risque et donc limiter la prise de risque, il est important d'étudier la perception subjective que les individus ont du risque. Il a ainsi été choisi de se concentrer sur la population des peintres d'intérieur afin de comprendre les facteurs psychologiques, sociologiques et organisationnels qui sont à l'origine de la décision de protection chez ces derniers sur les chantiers.

La question de départ pour l'étude était « le risque chimique est-il perçu par les peintres d'intérieur » ? Nous sommes partis du principe qu'il était perçu par les salariés. La problématique posée a donc été « **Comment le risque chimique est-il perçu par les peintres d'intérieur et comment l'information sur ce risque est-elle appliquée dans l'exercice de leur activité ?** ». Deux hypothèses ont été posées ; la première est que les peintres sous-estimeraient le risque par méconnaissance liée à un manque d'information, par banalisation du risque ou par occultation du risque ; la seconde hypothèse est qu'une mauvaise perception du risque chimique impliquerait une protection insuffisante chez ces salariés.

D'un point de vue méthodologique, il a été choisi une approche en face-à-face sur les chantiers avec les peintres, dans le but de mener des entretiens qualitatifs. Cela a donné lieu à trente-deux entretiens avec des peintres d'intérieur de TPE, PME et grandes entreprises. Le matériau recueilli a ensuite été analysé sous l'angle de deux disciplines complémentaires : la psychosociologie et la psychodynamique du travail.

Il a été analysé que les peintres, tout comme chaque être humain, possédaient deux systèmes cognitifs pour leurs choix et décisions au quotidien. Il y a, d'une part, les perceptions spontanées et rapides qui reposent sur des sensations et des états physiologiques. Et, d'autre part, les représentations mentales construites collectivement, émanant de deux mondes : le monde objectif, c'est à dire celui des experts, et le monde subjectif qui est celui de la vie sociale. Ces deux types de systèmes auraient donc une influence sur la perception du risque chimique chez les peintres, et sur l'action de protection.

### A. L'influence des experts sur la perception du risque chimique chez les peintres

#### 1. La formation

Qu'ils soient issus d'une formation professionnelle ou sur le tas, il a été constaté chez les peintres interrogés, peu ou pas du tout de connaissance concernant les compositions des produits. Ce qui a une incidence directe sur le manque de protection. Malgré tout, la plupart semble connaître les pictogrammes et en pratiquer la lecture au contact d'un nouveau produit. Cependant chez les salariés issus d'une formation professionnelle, il semblerait que la connaissance acquise du risque chimique et la nécessité de se protéger soit biaisée à l'arrivée dans le monde du travail, avec une influence des anciens dans la prise de risques. Ce même mécanisme semblerait se

---

<sup>◇</sup> Sophie DOUGUET, Patricia HERMAN  
APST – BTP – Région Parisienne  
DEFIM - Unité de Psychosociologie  
110 avenue du Général Leclerc - 92340 Bourg-la-Reine  
[douguet@apst.fr](mailto:douguet@apst.fr)

produire pour les salariés qui se forment sur le tas et qui sont influencés dès l'origine, lors de leur formation sur les chantiers.

## 2. Le Médecin du Travail

Le message donné aux peintres sur les produits par les Médecins du Travail est qu'il s'agit de produits dangereux, mais ce message reste simplifié. Les facteurs temporels, les difficultés de compréhension ou le manque d'intérêt chez les salariés semblent empêcher une information complète qui pourrait entraîner une prise de conscience réelle du risque chimique par les peintres. Les salariés comprennent qu'il y a un risque grâce à leur Médecin du travail, mais ils ne cherchent pas à en savoir plus et il est souvent impossible de leur donner plus d'informations. Ce qui participe à renforcer la « stratégie défensive de métier » qui consiste pour les salariés à occulter de leur conscience le risque auquel ils seraient confrontés, afin de pouvoir continuer à travailler. Néanmoins, le Médecin du Travail semble bien repéré par les salariés comme un prescripteur. Il semble avoir un rôle important auprès des ouvriers dans l'apprentissage des pictogrammes. Également, pour certaines tâches, le Médecin du Travail réussit à créer des automatismes de protection chez les salariés qui ont intégré des obligations devenues des normes dans leur raisonnement psychologique, « *quand on fait du pistolet, on doit mettre un masque* ». Cela serait dû à la répétition du message par le Médecin lors des visites médicales successives et les visites sur les chantiers, ainsi qu'à la relation de confiance tissée avec le salarié.

## 3. L'entreprise et ses partenaires

Du fait des impératifs de production toujours plus importants avec des délais toujours plus restreints, les salariés travaillent sous l'emprise de cette obligation de productivité dans la rapidité. Également, il a été remarqué que le niveau d'information et de sensibilité des employeurs et hiérarchies sur le risque chimique était faible. Ces facteurs provoqueraient ainsi un manque d'information chez les salariés, donc une mauvaise protection face au risque. Parallèlement, les employeurs dans l'obligation de protection des salariés, semblent fournir en majorité les EPI aux salariés - mais ces EPI sont vus par les salariés comme non adaptés à leur activité. La hiérarchie de l'entreprise a donc un comportement paradoxal auprès de ses salariés sur la sécurité et la productivité. Ces derniers sont autonomes dans leurs tâches et leur décision de protection mais il leur est donné un objectif clair de production accentué par le client, qui pousse à la production sans se préoccuper des conditions de chantiers qu'il offre aux salariés. Ainsi, un écart entre les objectifs de production prescrits et la possibilité réelle de porter des protections adaptées, pousse les salariés à peu se protéger. Quant aux partenaires des employeurs, tels que les fabricants et fournisseurs, l'objectif étant la vente de produits, l'information sur la composition des produits et ses conséquences sur la santé, est en général absente.

## B. L'influence de l'environnement social du salarié sur sa perception du risque chimique

### 1. L'expérience de métier

Dans les discours des peintres interviewés, un sentiment de maîtrise du métier et l'adoption d'automatismes sont clairement ressentis, entraînant chez eux une réelle inhibition dans l'action de recherche d'informations sur un éventuel risque chimique. Certains exercent ce métier depuis des années, sans avoir vécu une maladie ou un accident les empêchant de travailler – ce qui leur fait souvent penser qu'ils sont exceptionnellement doués ou invulnérables. Ceux qui ont vécu ou assisté à une expérience négative liée au risque chimique semblent également refouler la charge mentale du risque et ne se protègent pas davantage. Cette « illusion de l'expérience » entraînant une vision d'invulnérabilité conduit à une sous-estimation du danger perçu et à une

non-conscience de la nécessité de porter des protections. Les peintres sont pourtant conscients du risque chimique mais ils se disent qu'une maladie grave ne leur arrivera pas dans l'immédiat. Ils abordent l'avenir avec fatalisme, mais ces croyances fatalistes incitent à prendre des risques et à négliger les mesures de sécurité. Aux vues des conséquences sur leurs collègues, certains peintres ne prennent pas non plus conscience du risque ; ils imputent la faute non pas aux produits, mais à la personne. En attribuant l'accident à la victime, l'observateur essaye de se persuader qu'il est invulnérable et qu'il aura un meilleur contrôle de la situation. Il s'agit d'un biais défensif, sous forme de déni, qui sert à réduire l'anxiété de la personne qui n'a jamais été victime d'un accident. En général, le risque physique est plus dangereux aux yeux des peintres, que le risque chimique. Visible, il est dans un premier temps beaucoup plus palpable que le risque chimique. Également, par expérience personnelle ou par vécu à travers d'autres personnes, le risque physique génère une souffrance immédiate et est symboliquement relié à l'idée de la mort subite, contrairement au risque chimique qui est vu comme un risque différé. Les risques aux conséquences immédiates semblent ainsi mieux perçus que les risques qui comportent des conséquences lointaines. Les peintres prennent ainsi plus de précautions sur une gazelle que face aux produits chimiques utilisés.

## 2. Les relations sociales informelles sur les chantiers

L'entreprise constitue un lieu de socialisation pour ses salariés. L'expérience des relations dans l'univers productif génère des normes collectives de comportement et fournit la possibilité de se construire une identité au travail. La perception du risque résulte ainsi d'une construction sociale. Par le biais des interactions et du partage des expériences, les individus, membres d'un même groupe, finissent par élaborer une culture commune du risque. L'identité de métier portée par les peintres, commune à celle de la plupart des métiers du bâtiment, comprend un déni du risque principal auquel ils sont confrontés, ici le risque chimique, entraînant une forme de résistance de ces travailleurs aux consignes de sécurité prescrites par le monde « objectif ». Mais leur attitude de mépris du risque, leur ignorance et inconscience du danger ne sont qu'une parade. Le vécu de la peur existe mais il n'apparaît qu'exceptionnellement car il est contenu par des systèmes de défense. Ce dispositif psychologique est absolument nécessaire afin de se protéger de la charge mentale que pourrait avoir la perception trop réelle du risque. Le métier, à caractère collectif, devient le contenant de cette pseudo-inconscience du danger. Seule la participation de tous les salariés du métier à la stratégie défensive en assure l'efficacité symbolique. Les peintres plus âgés semblent avoir une tendance à se croire plus habiles et plus aptes à faire face aux risques que les jeunes. Ce qui conduit à sous-évaluer les risques pour soi, à surestimer ceux d'autrui et à adopter des attitudes optimistes pouvant aller jusqu'à la dénégation du risque. Malgré une information sur les substances dangereuses dans des formations initiales en peinture, les jeunes semblent perdre leur conscience du risque en devenant professionnels en entreprise. Le processus chez le jeune est la déconstruction de la représentation du risque acquise lors de la formation initiale, pour en reconstruire une nouvelle, en adoptant celle du collègue pour entrer dans le collectif. La plupart des peintres ont comparé leur métier avec celui des autres travailleurs du bâtiment, en étant plus optimistes sur les risques auxquels un peintre serait confronté. Cette perception ne veut pas dire qu'il n'y a pas de risques mais ils estiment être moins confrontés aux risques qu'autrui pour les événements négatifs et plus chanceux qu'autrui pour les événements positifs. La comparaison se fait dans l'immédiateté du risque.

## 3. Le choix et la fierté du métier

La plupart des salariés interrogés nous ont fait part de la fierté avec laquelle ils exerçaient ce métier. Pour être reconnu par le client, par ses pairs et également par son patron, l'objectif du salarié est de réaliser « un beau

travail » - la protection lui semble ainsi annexe par rapport à l'objectif de production, surtout si celle-ci est peu adaptée et l'empêche de travailler. Les salariés n'ayant pas « choisi » ce métier semblent accepter plus difficilement les contraintes physiques imposées par le métier et ils sont les premiers à émettre des doutes sur la dangerosité des produits utilisés. Ces salariés ont plus de propension à porter les EPI. Dans le cas des salariés qui ont choisi d'être peintre, il a été remarqué qu'ils acceptaient davantage les contraintes et de part l'exaltation du métier, ne voyaient pas ou peu l'existence du risque chimique. Les salariés affichant une lassitude du métier, un constat de fatigue et de détérioration de la santé se protègent un peu plus que la moyenne et émettent également plus de doutes sur les produits chimiques utilisés.

#### 4. L'entourage personnel du salarié

La moitié des salariés interrogés déclare parler de leur travail avec leur entourage, mais n'évoquent pas le risque chimique auquel ils sont confrontés. Il s'agit pour eux de ne pas avouer une faiblesse qui s'apparenterait à de l'appréhension et de préserver leur virilité et leur image d'homme de la famille. Ne pas parler du risque, ne pas le verbaliser, alors que chez ces salariés certains en sont clairement conscients, est un moyen de continuer à en faire le déni pour ne pas que ce dernier prenne une trop grande place et que le métier soit identifié par leur entourage comme un métier dangereux. Ces familles n'ayant pas conscience du risque qu'encourt l'individu ne peuvent pas avoir d'influence sur la nécessité de protection auprès du salarié. L'autre moitié des salariés semble parler librement de leur métier avec leur entourage, aussi bien de ce qui en fait leur fierté que des risques quotidiens. Ceux qui en parlent, sont surtout ceux qui n'ont pas choisi le métier, qui le trouve pénible et qui ont une charge mentale vis-à-vis des risques qu'il prennent - en parler devient un exutoire. Ainsi, la seule recherche de l'individu en parlant du risque est d'être reconnu dans le fait de réaliser un métier pénible, mais pas de recueillir de conseils en terme de protection - d'ailleurs, l'entourage ne cherchera pas à s'y immiscer. Bien que le grand public semble occulter le risque chimique du métier de peintre car il semble être un métier accessible, certaines personnes comme les « passants » en ont conscience et jouent un rôle dans la prise de conscience par les peintres eux mêmes. Par l'intérêt que ces personnes leur montrent, les peintres se sentent reconnus dans la pénibilité de leur métier. Le fait que cela soit vu par l'extérieur, les pousse à s'interroger réellement sur la réalité de cette exposition au risque chimique.

#### 5. Les médias

Le métier de peintre et ses risques sont rarement médiatisés par la télévision ou la presse généraliste. Par contre, les risques comme l'amiante ou le plomb sont largement médiatisés, donc perçus comme plus importants et intenses que d'autres dont on parle peu. Pour de nombreuses situations, l'intensité éprouvée d'un risque reflète de façon assez directe la couverture médiatique dont il fait l'objet. Sur-médiatisées, ces substances chimiques paraissent aux peintres plus dangereuses que les produits qu'ils utilisent, qui sont donc sous-estimés dans leur nuisance. Par contre, compte tenu du fait que le risque de l'amiante pour la santé est apparu de longues années après le début de son utilisation, les peintres redoutent ce même phénomène. Fleurissent également aujourd'hui de nombreuses émissions de décoration à la télévision. Ces nouvelles émissions sont criantes dans le déni du risque chimique. Les présentateurs-démonstrateurs ne portent aucun EPI, n'informent jamais des risques potentiels liés à l'utilisation de ces produits, et vont même jusqu'à faire la promotion de caractéristiques telles que l'absence d'odeur, synonyme de non-dangerosité. L'impact de ces émissions et l'occultation du risque chimique dont elles font état ont bien sûr également une part de responsabilité en renforçant auprès des peintres le déni de ce risque. Également, comme nous l'avons vu plus tôt dans cette étude, le message de communication des fabricants de peinture est également volontairement tronqué, dans un

but commercial. Par exemple, l'amalgame avec le bienfait du « bio » pour l'environnement provoque une impression pour les peintres que cette peinture protège également leur santé.

### C. L'influence de la perception sensorielle : « sa » vérité dans la prise de conscience du risque

Suite aux 32 entretiens réalisés, il est apparu que la perception sensorielle, principalement l'odorat et le toucher, étaient les premiers facteurs utilisés par les peintres pour juger un produit dangereux. Il s'agit des premiers indices qui leur font dire, à l'unanimité, que le produit est dangereux ou non pour leur santé - ces facteurs semblent prendre le dessus sur tous les autres facteurs influençant la représentation du risque chimique, issus des mondes objectifs (celui des experts) et subjectifs (celui des interactions sociales) étudiés plus haut. Pour 98% de l'échantillon, le fait que le produit ait une odeur forte est synonyme de dangerosité. Il s'agit des produits à base d'essence, de laque, d'huile, tels que le white-spirit, la peinture glycéro, les produits décapants. L'action de protection intervient quand cela devient insupportable physiquement pour le salarié. S'ils sont gênés dans leur respiration, les salariés mettront plus facilement une action de protection en place. Pour tous, le geste réflexe est d'ouvrir les fenêtres pour ne pas être incommodés par l'odeur. Ainsi, le produit qui a peu ou pas d'odeur est vu comme un produit non dangereux. Moins « agressés » par l'odeur, les salariés s'estiment moins en présence d'un risque et ne voient pas l'intérêt de se protéger. Il a également été constaté que l'interpellation du système sensoriel par le toucher entraîne en général une prise de conscience. Lorsque l'utilisation d'un produit provoque une douleur, il génère chez les salariés une attitude de protection. Le risque chimique devient ainsi palpable par l'odorat et les réactions au toucher car il permet d'être « matérialisé ». Mais ce moyen de perception est risqué car il s'agit d'une représentation créée par le salarié, qui n'est pas toujours représentative de la dangerosité réelle des produits.

#### Quelle prévention possible ?

L'action de protection des peintres est donc liée à l'influence de facteurs, ayant participé à la création de représentations chez le salarié, vis-à-vis du risque chimique. L'objectif du repérage de ces facteurs était de permettre aux acteurs de la prévention de comprendre la dynamique d'influence des représentations des salariés sur leur protection, afin de mener des actions ciblées et adaptées à la problématique. Voici quelques préconisations d'actions qui peuvent découler de ces observations :

- Réaliser des actions de formation et d'information auprès des employeurs et des hiérarchies de terrain pour une meilleure sensibilisation au risque chimique. Mieux informés, ils seront de meilleurs vecteurs de la prévention et prendront les décisions adaptées en terme de protection pour les salariés, telles que : l'achat de produits moins nocifs, l'achat d'EPI de qualité, l'aménagement et l'organisation des chantiers...
- Préserver l'acquis de l'automatisme de lecture des pictogrammes chez les peintres, en maintenant la connaissance de ces derniers, notamment en les formant au nouvel étiquetage (Syst. Global Harmonisé).
- Utiliser les pratiques déjà existantes des peintres au titre de la prévention. Par exemple, les peintres semblent très sensibles à la notion de propreté. Leur objectif est de rendre un chantier propre et ils aiment admirer leur travail fini. Ainsi, après interrogation sur le type d'EPI portés, il s'avère que ces derniers portent des gants, non pas pour se protéger du risque chimique, mais pour ne pas avoir de peinture sur les mains et rester propres. Un moyen détourné pour faire porter les gants aux peintres serait ainsi de jouer sur leur sensibilité à la propreté. Ce pourrait être un premier argument pour les sensibiliser au port des EPI, tout en leur expliquant le double bénéfice apporté par l'équipement : protection contre le risque chimique et objectif de propreté. Ainsi, la



connaissance du risque, faute de pouvoir s'affirmer ouvertement à cause de l'idéologie défensive de métier, pourra s'intégrer dans les savoir-faire de métier.

### **Bibliographie :**

1. Prévention BTP – n°115 – Février 2009 – « Peintre : Des produits aux postures... les risques sous-estimés » - p. 34 à 36
2. Florence Osty, Renaud Sainsaulieu, Marc Uhalde. *Les mondes sociaux de l'entreprise*, La Découverte, Paris, 2007
3. Jacqueline Barus-Michel, Eugène Enriquez, André Lévy, *Vocabulaire de Psychosociologie*, Paris, Erès, 2002
4. Dongo Rémi Kouabenan, Bernard Cadet, Danièle Hermand, Maria Teresa Munoz Sastre, *Psychologie du risque : Identifier, évaluer, prévenir*, Bruxelles, De Boeck, 2006
5. Christophe Dejours, *Travail : usure mentale*, Paris, Bayard Editions, 1993
6. Gilles Deleuze, Hélène Bertin, EDF R&D, *Cartographie subjective des risques : comprendre la représentation d'un risque technique par un groupe professionnel*, Paris, 2006
7. *Enquête Perception du risque respiratoire versus port des EPI*, XXVIIèmes Journées Nationales du BTP, Arcachon, mai 2003, A. Boscher, C. Lebaupain, D. Guernier (APST-BTP-RP Bourg la Reine)

## **LES DECAPANTS (I)**

### **Enquête nationale GNMST BTP / Services de Santé au Travail**

#### **Méthodologie et résultats.** <sup>◇</sup>

**Anne-Sophie AUBERT - Françoise BRACONNIER - Marie-Pierre DUBOIS -  
Jean-Philippe TOURNEMINE - Claudine VIGNERON**

#### **I – INTRODUCTION**

Pour ces 30èmes journées de santé au travail du BTP portant sur le risque chimique, le GNMSTBTP a souhaité apporter sa contribution par la réalisation d'une enquête sur les décapants, en collaboration avec les services de santé au travail.

Les objectifs de cette enquête sont de faire un recensement non exhaustif des décapants en fonction de tâches ou situations de travail, d'étudier les conditions d'utilisation de ces décapants, et ce dans tous les métiers du BTP.

Ce recensement est un préalable à la démarche de substitution.

#### **II – GENERALITES ET METHODE**

La définition du décapant utilisée pour cette enquête est celle du Fichier Actualisé des Nuisances (FAN) : préparation servant au nettoyage ou décapage de supports recouverts de salissures, peinture, graisse ou revêtements divers.

L'enquête a été réalisée par des médecins du travail et des IPRP volontaires, se déplaçant en atelier, dépôt ou chantier ; ils interrogeaient les salariés et renseignaient un questionnaire.

Les entreprises devaient avoir un code APE BTP.

Le recueil des données s'est fait de janvier 2008 à janvier 2009 inclus.

Un questionnaire par salarié était renseigné, et la FDS était jointe au questionnaire.

Dans la plupart des cas, la FDS n'était pas présente sur les lieux de travail au moment de l'enquête, et devait être demandée à l'employeur ou directement au fabricant.

Les décapants non étiquetés étaient aussi concernés par l'enquête.

Les questionnaires et FDS étaient envoyés au fur et à mesure du recueil des données au secrétariat du GNMSTBTP. Le contenu des questionnaires a été saisi sur un logiciel Epidata, et les FDS ont été saisies sur le logiciel EVARIST.

Le questionnaire est joint en annexe de ce document.

Un point très important est à noter : cette enquête a été faite par des médecins ou IPRP volontaires, qui sont allés interroger des salariés de leurs entreprises, de la façon la plus libre qui soit. Ils enquêtaient qui ils voulaient, et n'étaient pas tenus de voir un échantillon représentatif de leur effectif de tel ou tel métier. Cette enquête est donc à distinguer d'une enquête épidémiologique : il s'agit plutôt d'une photographie faite sur une période donnée.

<sup>◇</sup> Anne-Sophie AUBERT, Françoise BRACONNIER, Marie-Pierre DUBOIS et Jean-Philippe TOURNEMINE. SAN-T-BTP, BP 30021 – 41913 BLOIS CEDEX 9  
Claudine VIGNERON – APST BTP RP, 110 avenue du Général Leclerc – 92340 BOURG la REINE

### III – RESULTATS

#### III A- Renseignements généraux

##### 1. Nombre d'enquêteurs, d'enquêtes et de FDS

53 médecins ou IPRP ont rempli 573 questionnaires et recueilli 276 FDS.

13 questionnaires n'ont pas été retenus pour les raisons suivantes : pas de FDS jointe et non possibilité de récupérer la FDS par absence de coordonnées du fabricant. Cela concernait des produits comme l'acide chlorhydrique, le perchloréthylène, l'acétone.

##### 2. Nombre de services participants

Les enquêteurs se répartissent sur 22 services de santé au travail, dont une majorité de SST BTP.

Les SST se trouvent sur tout le territoire.

##### 3. Nombre d'enquêtes par enquêteur

Le nombre d'enquêtes par enquêteur est variable, allant de 1 à 55.

Une majorité d'enquêteurs a réalisé moins de 10 enquêtes.

1 à 10 enquêtes	34 enquêteurs
11 à 20 enquêtes	8 enquêteurs
21 à 30 enquêtes	6 enquêteurs
> 30 enquêtes	4 enquêteurs

Ces chiffres pointent à nouveau le fait qu'il ne s'agit pas d'une enquête épidémiologique.

##### 4. Secteurs d'activités enquêtés par code APE

Les secteurs 453E (installation d'eau et de gaz) et 453F (installation d'équipements thermiques et de climatisation) représentent à eux deux 21,1 % des secteurs enquêtés.

Vient ensuite le secteur 454J (peinture) pour 19,9 %.

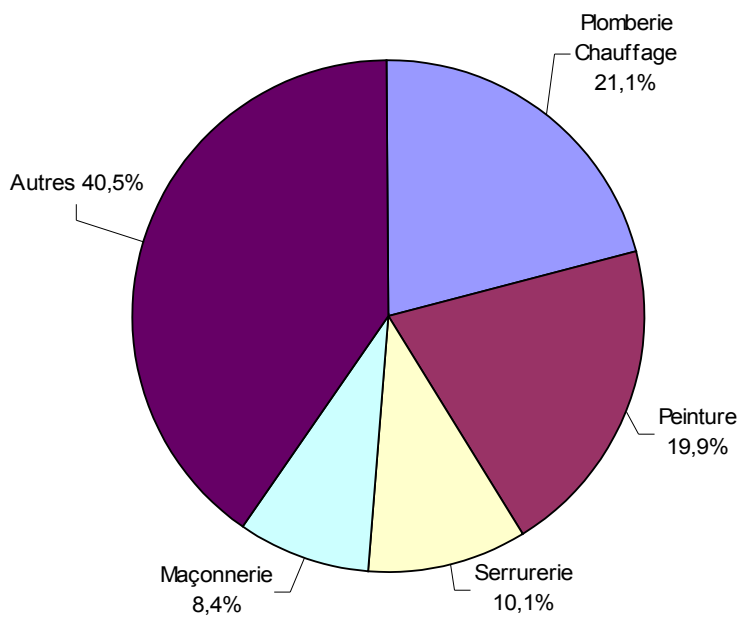
Le secteur 454D (menuiserie métallique et serrurerie) représente 10,1 %.

Les secteurs 452V (maçonnerie générale) et 452B (construction de bâtiments divers) représentent à eux deux 8,4%.

Les autres secteurs représentent 40,5%, et se répartissent de la façon suivante :

- secteur 452P (construction de chaussées routières et de sols sportifs) : 7,1 %
- secteur 451A (terrassement divers – démolition) : 4,6 %
- secteur 454C (menuiserie bois et matières plastiques) : 4,2 %
- secteur 453A (travaux d'installation électrique) : 3,9%
- secteur 452E (réalisation de réseaux pour fluides) : 3,7 %
- autres secteurs : travaux de charpente, couverture, étanchéification...

### Secteurs d'activités par code APE



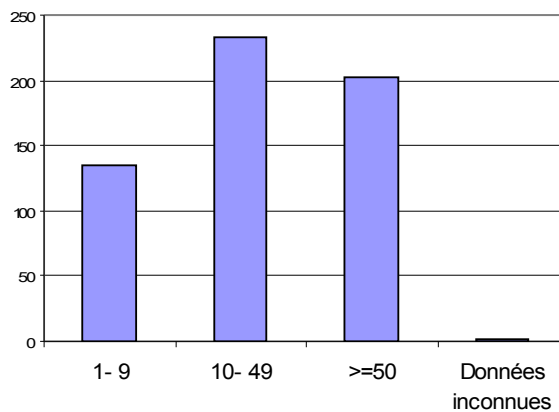
#### 5. Effectifs des entreprises

40,7% des entreprises enquêtées ont entre 10 et 49 salariés.

35,5% ont plus de 50 salariés.

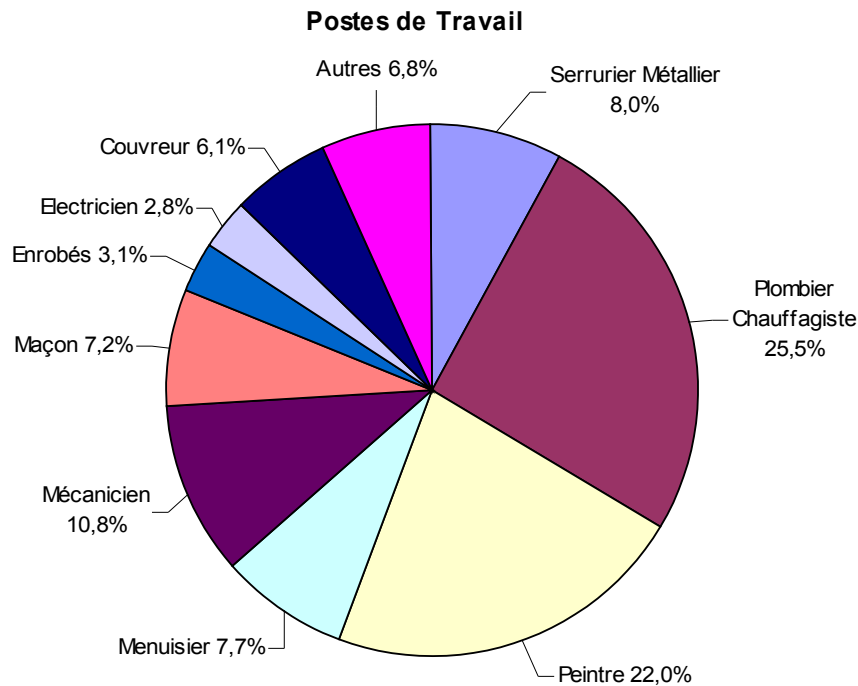
23,6% ont de 1 à 9 salariés.

#### Effectifs des entreprises



#### 6. Postes de travail

Les postes de travail ont été regroupés en 10 catégories, comme l'indique le schéma suivant.



Les plombiers- chauffagistes sont les premiers représentés : 146 questionnaires, soit 25,5 % du total.

Arrivent ensuite les peintres : 126, soit 22 % du total, puis les mécaniciens : 62, soit 10,8 %.

Puis on retrouve par ordre décroissant les postes de serrurier-métallier, menuisier, maçon, couvreur, « enrobés » et enfin électricien : chacun représente moins de 10 %.

La catégorie « enrobés » regroupe les postes suivants rencontrés dans l'enquête : régleur sur finisseur, conducteur d'engin TP, ouvrier routier, chef de chantier.

La catégorie « autres » regroupe divers postes : désamianteur, animateur sécurité, agent de propreté, électromécanicien, technico-commercial soit 6,8 % du total.

### III-B- Produit

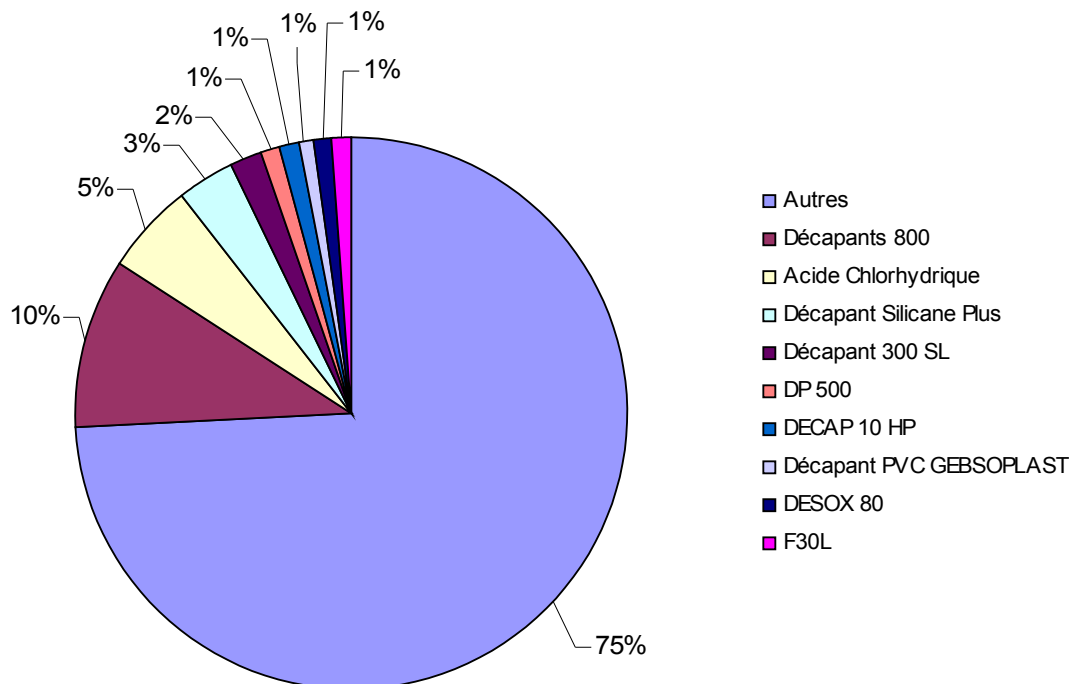
#### **- 276 FDS ont été recueillies.**

Il y a une grande diversité de produits. Certains sont retrouvés plusieurs fois. Cela ne veut pas dire qu'ils sont plus utilisés : il suffisait que plusieurs salariés aient été enquêtés sur un même chantier, pour le même produit.

La préparation la plus rencontrée dans l'enquête est le Décapant 800® retrouvée dans 57 cas soit 10% des enquêtes. Il s'agit d'un décapant de brasage, contenant des fluorures de potassium. Arrive ensuite l'acide chlorhydrique dans 30 cas soit 5,3% des enquêtes. Il est retrouvé dans différentes FDS à différentes concentrations. Le Décapant Silcane Plus® est retrouvé en 3<sup>ème</sup> position dans 20 cas soit 3,5 % des enquêtes. Il s'agit d'un décapant PVC avant collage, contenant plus de 50% d'acétone.

425 enquêtes (75%) ont retrouvé 128 FDS différentes : le produit était alors retrouvé de 1 à 3 fois.

## % des différents produits rencontrés par rapport au nombre d'enquêtes réalisées



- Dans 58% des cas la FDS n'est pas à la disposition du salarié.

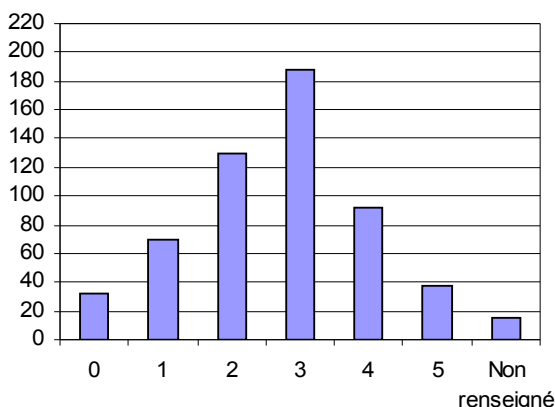
### - Appréciation de la dangerosité du produit par le salarié et par l'enquêteur

Le salarié et l'enquêteur devaient apprécier la dangerosité de la préparation utilisée, sur une échelle allant de 0 à 5 (0 = absence de danger → 5 = danger important).

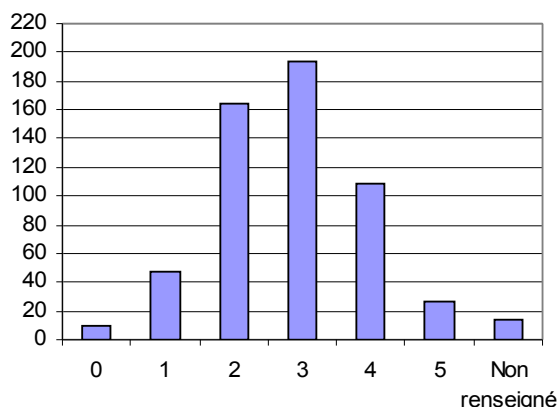
L'appréciation du salarié se faisait le plus souvent sans connaître le produit ni avoir eu accès à la FDS. Celle de l'enquêteur se faisait dans un second temps, après lecture de la FDS et vérification de l'adéquation des EPI.

Les histogrammes suivants représentent les résultats obtenus.

**Dangerosité appréciée par le salarié**



**Dangerosité appréciée par l'enquêteur**

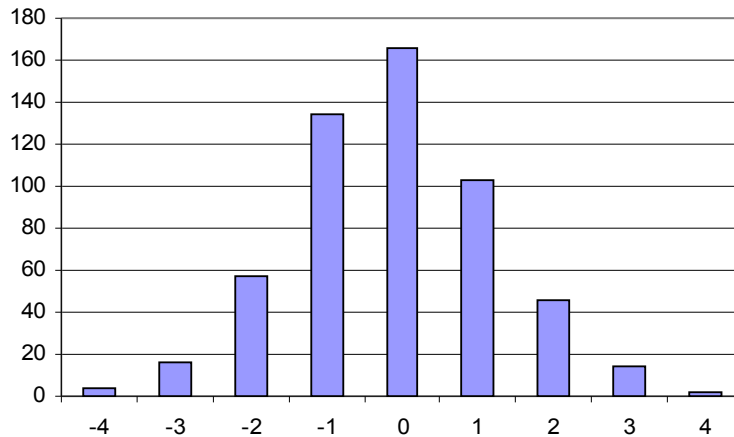


Comme on peut le voir rapidement, l'aspect global des histogrammes est sensiblement le même. La classe 3, classe médiane, apparaît la plus rencontrée tant chez les salariés que chez les enquêteurs. La moyenne

d'appréciation est de 2,64 chez les salariés et de 2,76 chez les enquêteurs. La différence des moyennes est donc minime.

Une variable delta a été définie, correspondant à la différence entre la dangerosité appréciée par le salarié et celle appréciée par l'enquêteur.

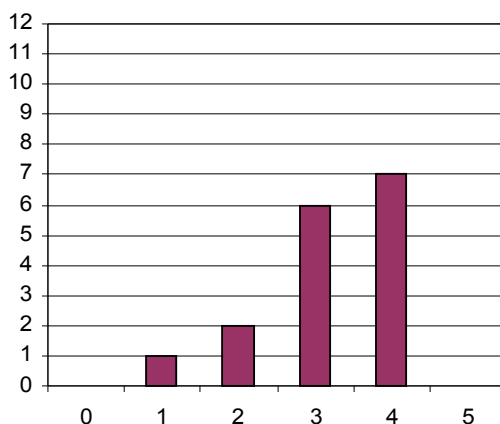
**Différence entre la cotation du salarié et de l'enquêteur**



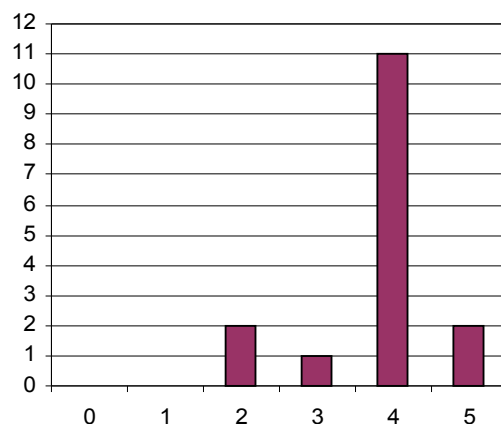
Pour 166 fiches étudiées (31%), l'écart d'appréciation est nul. Pour 217 (40% des fiches), l'enquêteur trouve le produit plus dangereux que le salarié. Pour 165 fiches (31%), le salarié trouve le produit plus dangereux. Pour 400 fiches, la différence d'appréciation est faible (écart de plus ou moins 1).

Nous avons étudié plus précisément la façon dont était appréciée la dangerosité des produits ayant le pictogramme « tête de mort » (toxique ou très toxique). 9 produits différents ont été retrouvés, dans 16 enquêtes.

**Dangerosité des produits toxiques ou très toxiques appréciée par le salarié**



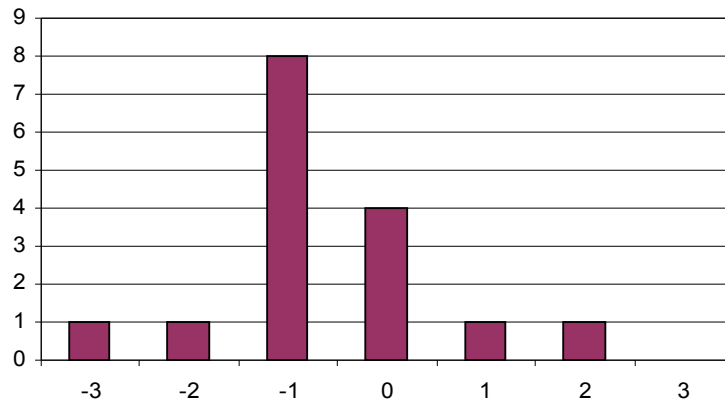
**Dangerosité des produits toxiques ou très toxiques appréciée par l'enquêteur**



Comme le montrent les histogrammes, et contrairement aux résultats globaux vus précédemment, il y a une différence d'appréciation entre les salariés et les enquêteurs. Les produits sont également jugés plus dangereux, puisque la classe 4 est la plus retrouvée.

Comme précédemment, la variable delta a été utilisée. L'écart d'appréciation apparaît très net, les enquêteurs jugeant les produits plus dangereux que les salariés.

### Différence entre la cotation du salarié et de l'enquêteur pour les produits toxiques ou très toxiques



Pour 4 fiches (25%), la différence d'appréciation est nulle . Pour 10 fiches (62,6%), l'enquêteur juge le produit plus dangereux. Dans 2 cas (12,6%), le salarié trouve le produit plus dangereux.

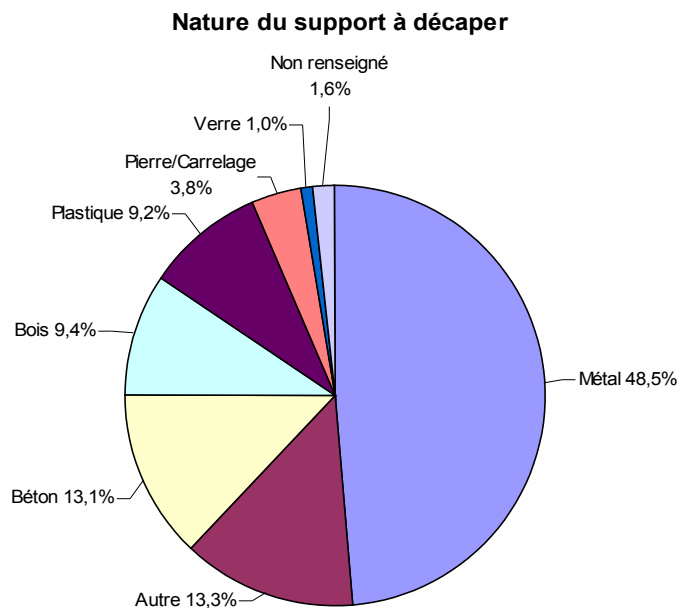
#### - Le salarié a-t-il eu une information sur la dangerosité du produit ?

Il ne l'a pas eu dans 2/3 des cas. Ce n'est pas étonnant, sachant que dans plus de la moitié des cas, la FDS n'est pas à disposition des salariés.

### III-C - Conditions d'utilisation

#### - Nature du support à décaper

Près de la moitié des supports est en métal : 48,5% des cas. Puis on trouve le béton dans 13% des cas, le bois dans 9,4% des cas, le plastique dans 9,2% des cas, la pierre ou le carrelage dans 3,8% des cas, et le verre dans seulement 1% des cas. Le support est « autre » dans 13,3% des cas et correspond à : brique, tuile, ardoise, revêtement de façade, nettoyage de pistolet, de pinceaux...



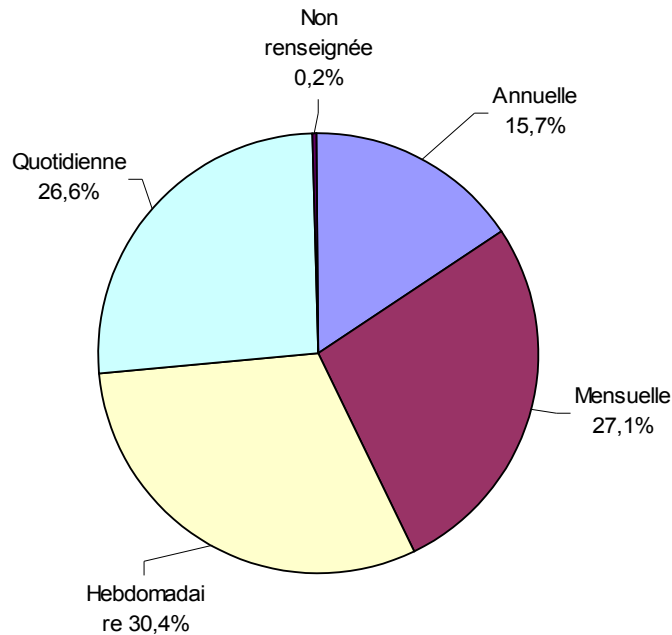


### - Fréquence d'utilisation

Elle est quotidienne dans 27% des cas, hebdomadaire dans 31% des cas et mensuelle dans 27% des cas.. Dans 16% des cas, l'utilisation est annuelle.

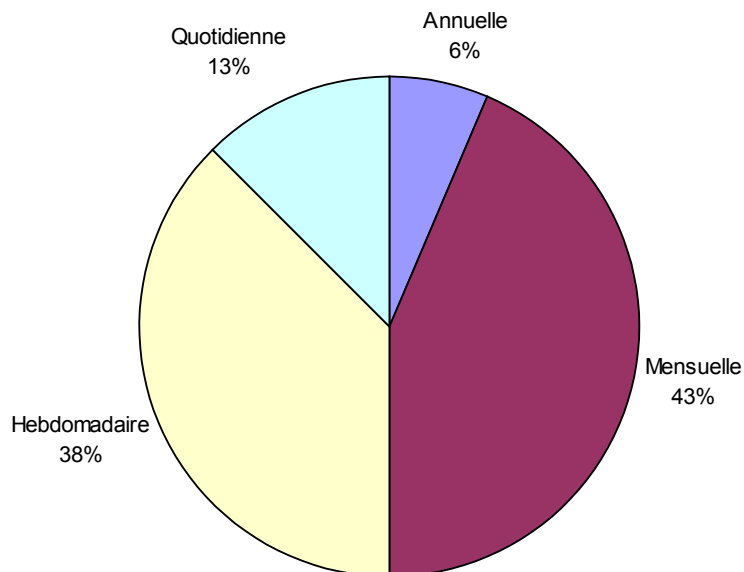
Dans 57 % des enquêtes, l'utilisation de décapants est fréquente puisque quotidienne ou hebdomadaire.

**Fréquence d'utilisation du décapant**



Pour les 9 produits de l'enquête ayant le pictogramme « tête de mort », l'utilisation est quotidienne dans 6, % des cas, hebdomadaire dans 44 % des cas, mensuelle dans 37,5 % des cas, et annuelle dans 12,5 % des cas. Elle est donc fréquente, quotidienne ou hebdomadaire, dans 50% des cas.

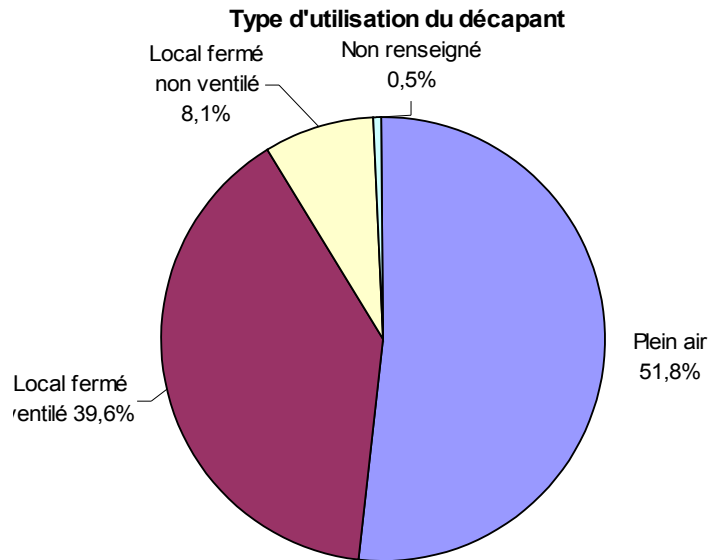
**Fréquence d'utilisation des décapants "Toxiques" ou "Très toxiques"**



### - Type d'utilisation (plein air, local fermé ventilé, local fermé non ventilé)

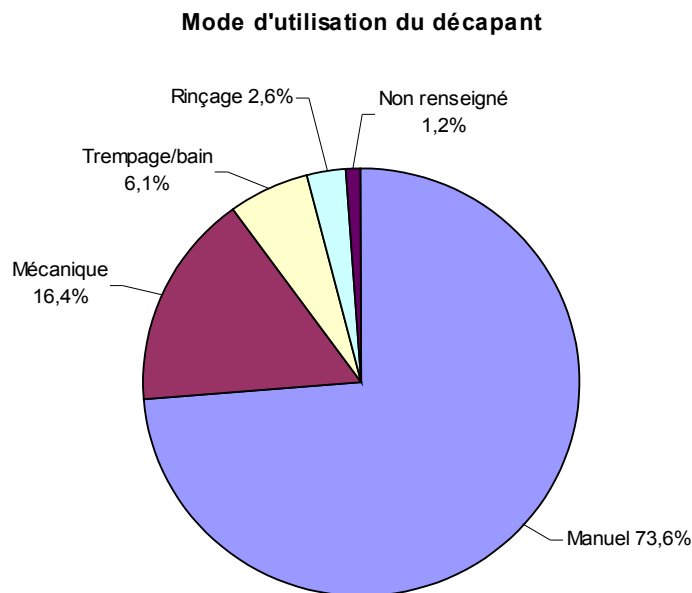
Dans 52% des cas, les décapants sont utilisés en extérieur.

Quand c'est en intérieur, c'est pour 8% des cas dans un local non ventilé



### - Mode d'utilisation

L'utilisation est manuelle dans 74% des cas, et mécanique (par utilisation de pistolet, bombe aérosol ou pulvérisateur) dans 16% des cas. L'utilisation en trempage ou bain ne se retrouve que dans 6% des cas, et le rinçage par pulvérisateur à haute pression que dans 3 % des cas.

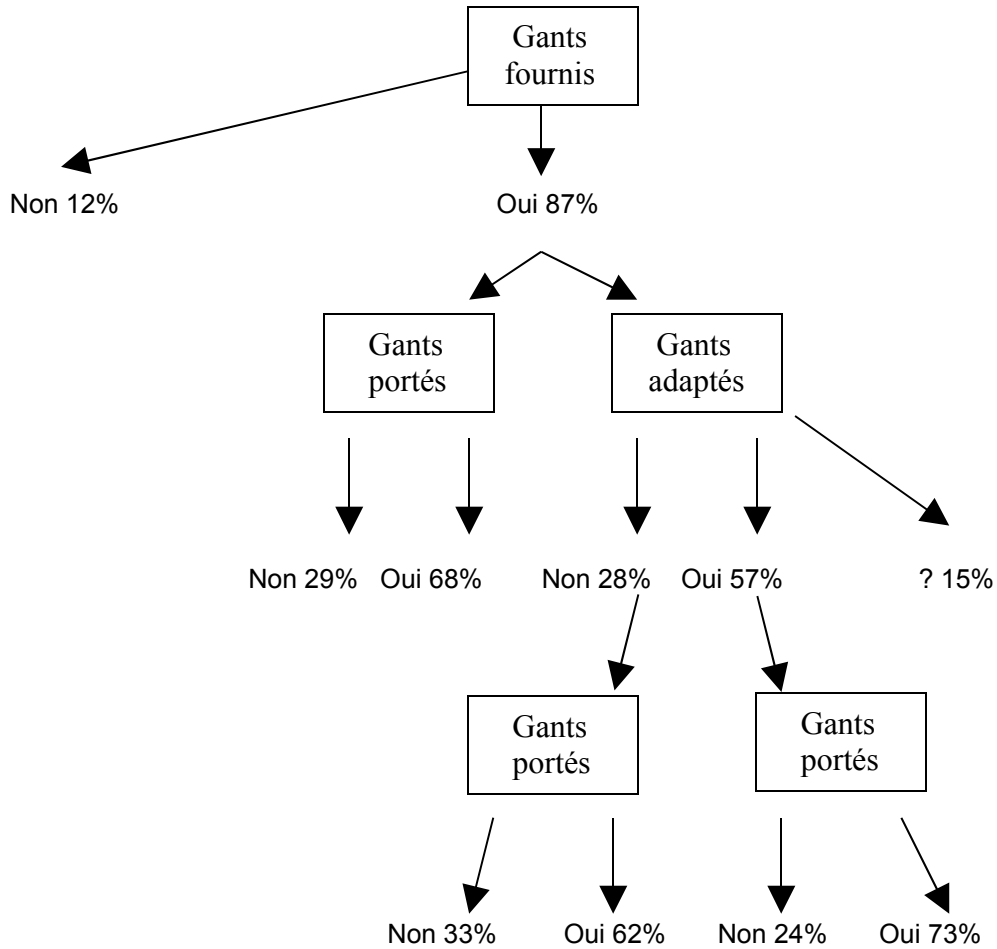


### - Les EPI : gants, masques de protection respiratoire et protections des yeux sont-ils fournis par l'entreprise, portés, et adaptés ?

Il est fait référence à la FDS pour savoir si les EPI sont adaptés, et à la connaissance de l'enquêteur lorsque les FDS ne sont pas suffisamment explicites.

## - GANTS

Le tableau suivant présente les résultats obtenus.



Les gants sont fournis dans la plupart des cas, 87%, et portés dans 68% des cas.

Ils ne sont adaptés que dans 57% des cas (mais il faut noter que dans 15% des cas cette information n'est pas renseignée).

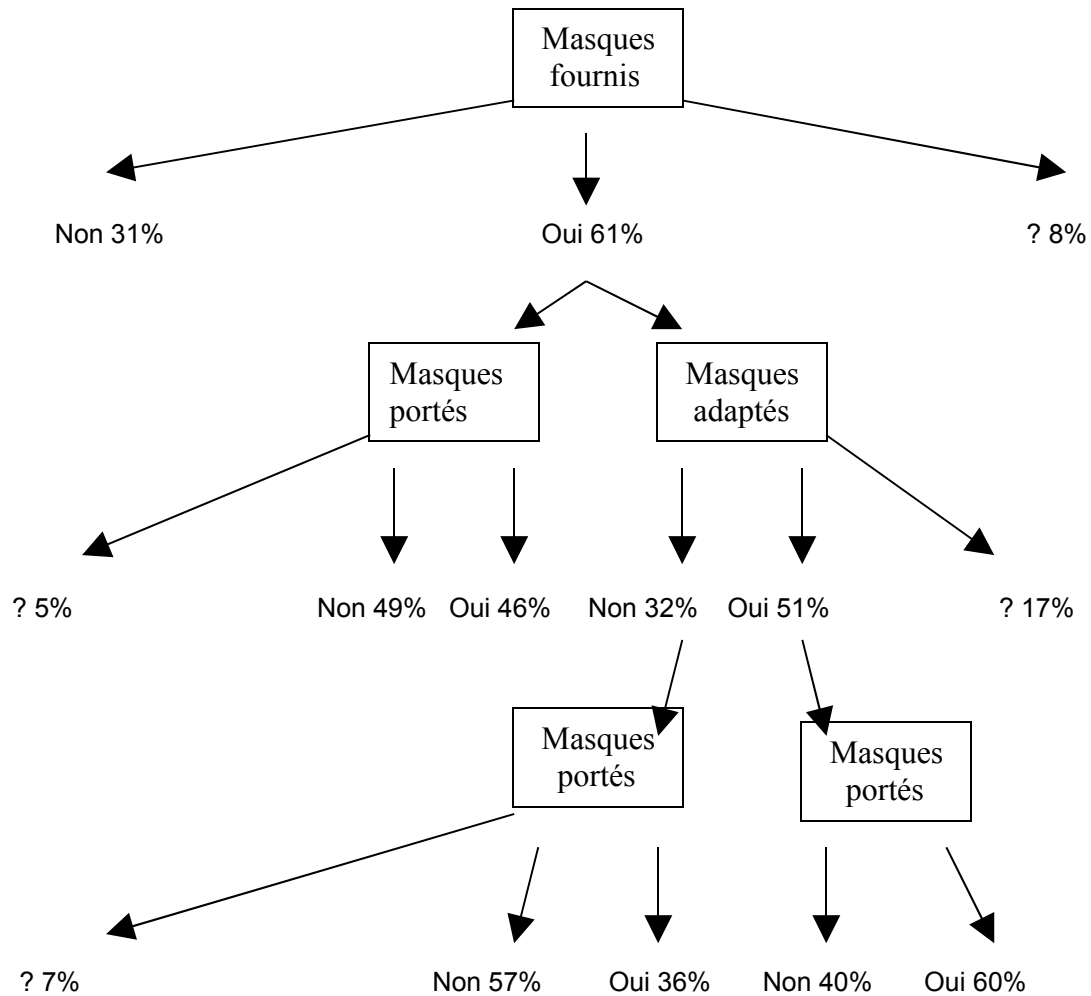
Lorsqu'ils sont adaptés, ils sont un peu plus souvent portés que lorsqu'ils ne le sont pas (73% versus 62%).

Nous avons cherché à savoir si les gants sont plus souvent fournis quand la FDS est à disposition : il en ressort que oui dans 96% des cas, versus 83% quand la FDS n'est pas à disposition.

Dans cette même situation, les gants sont-ils plus portés ? Il en ressort que oui dans 77% des cas, versus 62% quand la FDS n'est pas à disposition. Dans les 2 cas, la différence est significative.

Sur la totalité des enquêtes réalisées, les gants ne sont portés que dans 55% des cas, ils ne sont adaptés que dans 46% des cas. Et en définitive, nous constatons que seulement 34% des salariés enquêtés portent des gants adaptés, donc sont correctement protégés.

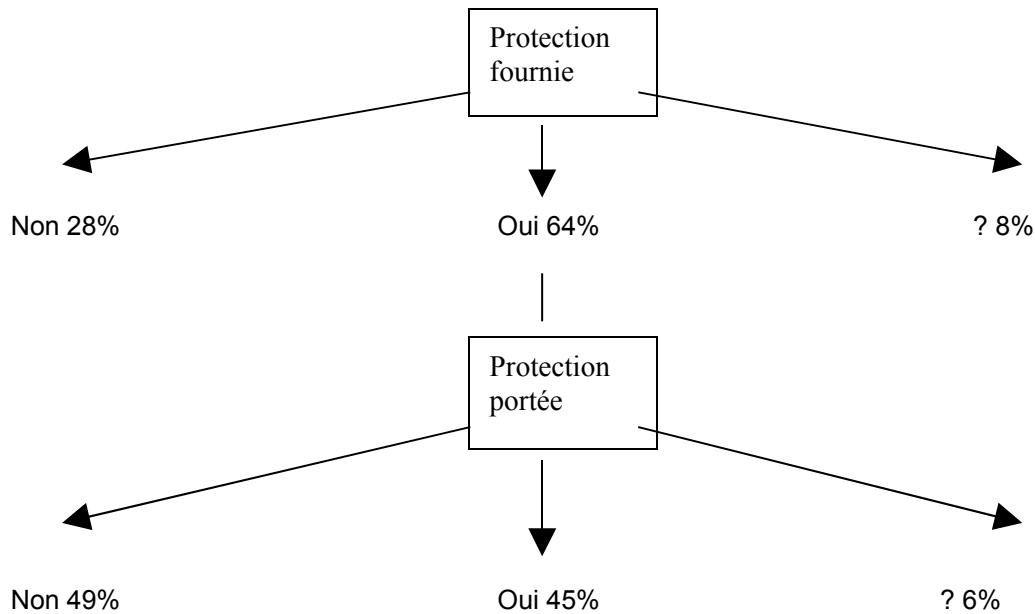
- **MASQUES RESPIRATOIRES**



Le masque est fourni dans 61% des cas, et dans 8% des cas cette information n'est pas renseignée. Il n'est porté que dans 46% des cas. Il n'est adapté que dans 51% des cas, mais dans 17% des cas cette information n'est pas renseignée. Lorsque le masque est adapté, il est plus porté que lorsqu'il ne l'est pas (60% versus 36%). C'est la même remarque que pour les gants, mais la différence est ici plus conséquente. Sur le total des enquêtes réalisées, le masque n'est porté que dans 26% des cas, et il n'est adapté que dans 28% des cas. Il n'est adapté et porté que dans 17% des cas.

-

## - PROTECTION DES YEUX



Les protections sont fournies dans 64% des cas, et l'information n'est pas renseignée dans 8% des cas.

Ces protections sont portées dans 45% des cas.

Les enquêteurs n'avaient pas à se prononcer sur le caractère adapté ou non des protections.

Sur le total des enquêtes réalisées, 26% des salariés portent des protections.

### - Existence d'un point d'eau à proximité

Dans 83% des cas, il y a un point d'eau à proximité. Dans 11,5% des cas il n'y en a pas. L'information n'est pas renseignée dans 5,5% des cas.

Pour résumer les résultats, cette enquête révèle qu'il y a une grande diversité des décapants utilisés. Les salariés reçoivent peu d'information sur leur toxicité, et les FDS ne sont pas à disposition dans la majorité des cas. L'appréciation de la dangerosité des produits par les salariés est peu différente de celle des enquêteurs. Néanmoins, nous constatons que la protection des salariés est insuffisante.

Bon nombre de choses sont à améliorer. Cela souligne l'importance de l'évaluation du risque chimique, et la collaboration nécessaire pour ce faire entre les employeurs, les entreprises, et les Services de santé au travail.

**En annexe :** questionnaire de l'enquête et notice d'utilisation pour les enquêteurs.

# ENQUETE NATIONALE SUR LES DECAPANTS CHIMIQUES DANS LE BTP

## A-RENSEIGNEMENTS GENERAUX

- d) Nom du service : SAN T BTP TOURS  
e) Nom de l'enquêteur : Dubois Marie-Pierre - n° de téléphone : 02/47/42/84/12  
f) Nom de l'entreprise :  
g) Code postal- département :

-Activité de l'entreprise en toutes lettres et code APE ( 3 chiffres 1 lettre) :

-Poste de travail en toutes lettres (nomenclature FAST) :

-Effectifs de l'entreprise :

1-9                       10-49                       >50

## B-PRODUIT

### RENSEIGNEMENTS

- Nom commercial du produit :
- Nom du fabricant et coordonnées
- La F.D.S ou la fiche technique sont-elles à disposition de l'opérateur ?
- F.D.S (> 2005) à joindre
- Etiquette:
  - phrase de risque :
  - symboles :
  - « Contient du » :

### APPRECIATION DE LA DANGEROUSITE DU PRODUIT PAR LE SALARIE

- Estimez-vous que le produit est dangereux, situez-le sur une échelle croissante de 0 à 5 .

0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

- Avez-vous reçu une information sur la dangerosité du produit ?

CONDITIONS D'UTILISATION

• Nature du support à décaper :

- béton      pierre/carrelage      bois      métal  
plastique      verre      autre (préciser)

–Fréquence d'utilisation :

- quotidien      hebdomadaire      mensuel      annuel

4. Type d'utilisation :

- plein air      local fermé ventilé      local fermé non ventilé

➤Mode d'utilisation :

- manuel      mécanique (pistolet, bombe aérosol, pulvérisateur)  
rempage, bain      rinçage (pulvérisateur haute pression)

➤ EPI

Sans objet

	fourni	adapté	porté	Type
Gants	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon <input type="checkbox"/> sans objet	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon	
Masque	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon <input type="checkbox"/> sans objet	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon	
Protection des yeux	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon <input type="checkbox"/> sans objet	XXXX XX	<input type="checkbox"/> bui <input type="checkbox"/> hon	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

➤ POINT D'EAU A PROXIMITE

- bui      hon

APPRECIATION DE L'ENQUETEUR

La situation vis à vis du risque chimique vous paraît-elle dangereuse ?  
 Cotation sur une échelle croissante de 0 à 5.

0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

## NOTICE D'UTILISATION DU QUESTIONNAIRE

### OBJECTIF

Recensement exhaustif des décapants chimiques et des conditions d'utilisation dans tous les métiers du BTP .

On considère comme décapants tout produit de nettoyage et décapage de supports recouverts de salissures, peinture, graisse ou revêtements divers ( définition du FAN)

### MODALITES D'ENQUETE

- Enquêteur : médecin, IPRP
- Un médecin référent est désigné par région : Consulter le site du GNMST BTP ou son secrétariat
- Recueil sur le terrain : chantier, atelier, dépôt
- Début : 02/01/08
- Durée : 6 mois
- 1 questionnaire par produit et par salarié (plusieurs fiches possible pour un même produit)
- Concerne tous les produits y compris les non étiquetés
- Remontée au fur et à mesure des questionnaires et des FDS correspondantes au secrétariat du GNMST BTP et garder un double de chaque.

### MODE D'EMPLOI DE LA FEUILLE DE RECUEIL

#### A. RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Les données seront rendues anonymes.

#### B. PRODUIT

Date de mise à jour de la FDS postérieure à 2005

La FDS doit être agrafée au questionnaire et adressée rapidement au secrétariat du GNM.

Si plusieurs salariés utilisent le même produit, n'envoyer qu'une FDS.

Les données de l'étiquette serviront dans le traitement de la saisie en cas d'impossibilité d'obtention de la FDS.

#### C. CONDITIONS D'UTILISATION

Vous pouvez vous aider du document « Epi LARA » sur le site du GNMST BTP ([www.gnmbtp.org](http://www.gnmbtp.org))

**Les questionnaires et les FDS sont à adresser au fur et à mesure du recueil au secrétariat du :**

#### **GNMSTBTP**

**6-14, rue de la Pérouse**

**75784 PARIS Cedex 16**

**Tél : 01 40 69 53 77 Fax : 01 47 23 53 57**

**Courriel : [courrier@gnmstbtp.org](mailto:courrier@gnmstbtp.org)**



## Les Décapants (II)

### **Enquête nationale GNMST BTP / Services de Santé au Travail**

#### **Analyse des fiches de données de sécurité et discussion.**<sup>◇</sup>

**Mireille LOIZEAU - Dominique LEUXE - Claudine VIGNERON**

Les 573 questionnaires reçus étaient accompagnés de 276 fiches de données de sécurité.

Ces fiches ont été analysées à l'aide du logiciel Evarist. Des contacts ont été souvent nécessaires auprès des fabricants afin d'obtenir des précisions sur les divers chapitres des fiches.

Concernant **les dates des fiches de données de sécurité** :

80% des fiches datent de moins de 5 ans, 37% ont moins de 2 ans, 7 fiches sont antérieures à l'année 2000.

**A la recherche des décapants CMR (cancérogène mutagène toxique pour la reproduction) :**

**Les symboles de danger :**

Aucun produit n'est étiqueté « Très toxique », 9 produits sont étiquetés « Toxique », 119 « Nocif », 63 « Irritant », 54 « Corrosif ».

31 produits ne sont pas étiquetés.

**Les phrases de risque :**

Il y a 1 produit avec la phrase de risque R45 (Peut causer le cancer), 44 produits avec la phrase de risque R40 (Effet cancérogène suspecté, preuves insuffisantes), 9 produits avec la phrase R63 (Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant).

Il n'y a pas de produit avec les phrases de risque R46 (Peut causer des altérations génétiques héréditaires), R49 (Peut causer le cancer par inhalation), R60 (Peut altérer la fertilité), R61 (Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant), R62 (Risque possible d'altération de la fertilité).

Zoom sur le produit R45 :

Le produit R45 est un solvant des huiles et graisses, composé de trichloroéthylène, il est utilisé par un peintre, le salarié porte des gants en néoprène et parfois un masque respiratoire.

Zoom sur les 44 produits R40 :

Les usages retrouvés pour ces produits sont : 20 décapants divers, 9 décapants peintures, 7 décapants peintures vernis enduits, 3 décapants façades, décapant métal, dégraissant, décapant béton, décapant graffitis, diluant.

Les composants de ces produits R40 : ils contiennent tous du dichlorométhane, et pour 33 d'entre eux le dichlorométhane est associé à du méthanol ; les concentrations de dichlorométhane sont le plus souvent supérieures à 50%.

Zoom sur les 9 produits R63 :

Il s'agit de 6 diluants et de 3 solvants de nettoyage.

<sup>◇</sup> Mireille Loizeau, Dominique Leuxe, Claudine Vigneron.

APST BTP RP, 110 avenue du Général Leclerc, 92340 Bourg La Reine

Ces produits R63 sont tous à base de toluène.

69 produits contiennent par ailleurs une substance CMR de catégorie 3 : toluène, hexane, formaldéhyde, naphthalène...

7 produits renferment au moins un composant CMR de catégorie 2 : N-méthyl-2-pyrrolidone, 2-méthoxy-1-acétoxypropane, 2-méthoxypropanol, trichloroéthylène.

Parmi les 276 produits recensés, 15 ont un nom commercial à consonance « bio », le terme étant inclus dans le nom du produit comme Asfalbio, Biosane Bio, Super décapant biodégradable... Il n'existe pas de définition officielle des décapants « bio ». Les fabricants parlent de décapants biodégradables en phase aqueuse ou de formule écologique à base d'eau, produits non étiquetés, sans solvants toxiques ou chlorés, sans soude, sans potasse ou sans acides. En réalité ils ne sont pas forcément complètement inoffensifs pour la santé. Les produits « bio » recensés sont essentiellement des dégoudronnants (7), des décapants peinture et des nettoyeurs. 9 « bio » sont des produits non étiquetés et le plus souvent on ne dispose d'aucune information sur leur composition exacte hormis 2 dégoudronnants constitués d'huile de colza et d'esters méthyliques. 6 produits « bio » sont étiquetés : 2 débituminants étiquetés « Nocif » contenant du limonène ou dipentène pour l'un, et des solvants naphtha pour l'autre ; 2 décapants peinture et un dégraissant sont étiquetés « Irritant » contenant de l'acide formique ou du butyldiglycol. Le dernier produit « bio », décapant peinture, contient 25 à 50% de N-méthyl-pyrrolidone et est étiqueté « Irritant » R36/38. La fiche de données de sécurité datant de 2008 n'intègre pas la dernière classification des substances de 2009 et ne comporte donc pas la phrase de risque R61 « Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant » et le symbole « T-Toxique ». L'enquête retrouve 3 autres décapants contenant de la N-méthyl-pyrrolidone à des concentrations de moins de 25%.

Lors d'une visite sur un chantier, l'une de nos consœurs a interviewé un salarié utilisant des produits décapants qu'il appelait « bio ». Le salarié était équipé de gants et de vêtements de protection imperméables. Après recueil de la fiche de données de sécurité qui était présente sur le chantier, fait exceptionnel, il est apparu que ce décapant bien que ne possédant pas le pictogramme « T-Toxique » sur le bidon, avait un étiquetage « T-Toxique » et « C-Corrosif » dans la fiche de données de sécurité. Ce décapant façade spécial brique, que le salarié pensait « bio », contenait en fait 25 à 40% d'acide phosphorique et 1 à 7% d'acide fluorhydrique. Une fiche d'information rappelant les dangers de l'acide fluorhydrique et les moyens de protection à utiliser a été adressée au salarié pour information. Une information a également été faite à l'entreprise.

Les 42 décapants corrosifs acides retrouvés dans l'enquête renferment de l'acide fluorhydrique, de l'acide phosphorique, de l'acide formique, de l'acide chlorhydrique et de l'acide nitrique. Les 12 décapants basiques corrosifs sont à base de potasse ou de soude caustique.

Au total 9 produits sont étiquetés « T -Toxique ». 7 sont un mélange d'acides avec systématiquement de l'acide fluorhydrique associé à des acides nitrique, phosphorique ou borique. Il s'agit de décapant avant soudure, de décapant brique, de décapant inox, de décapant acier et de produit éclaircisseur de bois. L'un deux est du trichloréthylène utilisé par un peintre avec des gants néoprène et un masque respiratoire porté épisodiquement et le dernier un décapant peinture mélange de dichlorométhane et de méthanol.

Souvent les compositions restent insuffisamment complètes avec des intervalles de concentration très larges. On note de fréquentes incohérences entre composition et étiquetage, des incohérences entre composition et effets toxicologiques, des incohérences entre composition et équipement de protection, et enfin des incohérences d'étiquetage entre la fiche de données de sécurité et la fiche technique du même produit. Parmi les contacts pris avec les fabricants, signalons celui où le directeur a pu être joint directement : sur la fiche de

données de sécurité de son détartrant apparaissaient les mots de cancer, pneumoconiose, utilisation avec masque à adduction... éléments en contradiction avec la composition du produit. Il nous a été répondu que le produit était fabriqué en Chine et qu'il était préférable d'être mieux informé que pas assez...

D'autres compositions ont été demandées du fait d'erreurs ou omissions : substituant de trichloroéthylène biodégradable non étiqueté mais à utiliser avec un masque à ventilation assistée, un produit où la présence d'isocyanates est signalée mais uniquement au chapitre environnement... demandes qui sont toujours en attente de réponse. Certaines compositions complètes ont été obtenues retrouvant dans quelques cas la présence de très nombreuses substances, jusqu'à 34 différentes, en quantité infinitésimale rendant l'évaluation pertinente difficile et posant le problème de l'exposition aux faibles doses.

L'analyse des fiches de données de sécurité fait apparaître une grande diversité des produits utilisés à l'échelon national. Les formulations retrouvées sont souvent complexes avec présence de solvants, de co-solvants, d'acide, d'inhibiteurs de corrosion, de retardateurs, d'épaississants etc...Il faut rester vigilant face à l'appellation « BIO » car l'analyse de la composition des produits s'avère parfois inquiétante et non sans risque d'effets sur la santé. Obtenir des compositions complètes reste un travail de longue haleine avec nécessité d'interventions multiples auprès des fabricants dont certains ne souhaitent pas fournir d'informations détaillées. ¼ des décapants recensés renferme une substance CMR de catégorie 2 ou 3, ce qui doit nous conduire à une réflexion dans une démarche de substitution par des procédés mécaniques ou chimiques de moindre toxicité en se méfiant des compositions incluant des substances aux effets encore insuffisamment étudiés. L'information et la formation des utilisateurs et des employeurs sont indispensables. Pour faciliter cette approche 2 plaquettes d'information destinées l'une aux salariés, l'autre aux employeurs ont été réalisées rappelant les effets sur la santé, des conseils pratiques, l'importance de la lecture des étiquetages, les mesures d'hygiène et conduite à tenir en cas d'accidents. Ces plaquettes seront distribuées aux salariés et entreprises, notamment à ceux ayant permis la réalisation de notre étude.

## Danger des préparations utilisées pour le décapage chimique des façades.<sup>◇</sup>

### R. GARNIER - N. NIKOLOVA - A. VILLA

L'article L.232-1 du code de la construction et de l'habitation oblige les propriétaires à maintenir les façades des immeubles en bon état de propreté. A Paris et dans les communes figurant dans une liste établie par décision de l'autorité administrative sur proposition ou après avis des conseils municipaux, les travaux nécessaires doivent être effectués au moins tous les 10 ans, sur l'injonction de l'autorité municipale. Un grand nombre de communes en zones urbaines et/ou touristiques sont concernées. Indépendamment de ces obligations réglementaires, tout propriétaire peut être conduit à faire ravalier la façade de son logement pour diverses raisons esthétiques et/ou pratiques (par exemple, pour en rétablir l'étanchéité).

L'activité de ravalement de façades est en constante progression. En 2008, la Fédération française du bâtiment indiquait que le chiffre d'affaire des entreprises effectuant ce type de travaux dans la région centrale de l'Île-de-France (75, 92, 93 et 94) avait progressé de 5 % entre 2005 et 2006 [1]. Dans la même zone géographique et pendant la même période, 4900 sociétés (soit près de 20 % des entreprises du bâtiment) étaient concernées. Il s'agissait généralement de petites ou très petites entreprises (de 1 à 10 salariés dans 84,8 % des cas et de 11 à 20 dans 9,3 %), employant fréquemment une main-d'œuvre non qualifiée et des travailleurs temporaires et intervenant souvent en sous-traitance [1]. Les chantiers de ravalement étaient habituellement de courte durée et sans coordonnateur de sécurité et de protection de la santé [1].

Le ravalement de façade est une procédure multi-étapes, comportant successivement : 1) l'analyse préliminaire du support et de son environnement pour décider des mesures à mettre en œuvre (le Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics propose, pour cela, une grille d'évaluation) ; 2) le nettoyage ou le décapage de la façade ; 3) la restauration du parement ; 4) la protection de ce dernier par l'application d'un hydrofugeant, d'un enduit ou d'une peinture...

Cette présentation ne s'intéresse qu'à la deuxième étape de cette procédure, celle du décapage de la façade. C'est celle qui implique les procédés et les agents chimiques les plus dangereux pour les exécutants. Le texte qui suit décrira successivement les différentes méthodes de décapage utilisées et les dangers des agents impliqués dans le décapage chimique.

#### 1 - Méthodes de décapage

Le décapage concerne des supports variés (béton, pierres de nature diverse, ferrailles peintes, aluminium, etc.). Il utilise des traitements chimiques, mécaniques ou thermiques. C'est le décapage chimique qui implique le plus fort risque d'intoxication, mais les procédés de décapage mécanique et thermique peuvent également générer des nuisances chimiques.

---

<sup>◇</sup> R. Garnier, N. Nikolova, A. Villa  
Consultation de pathologie professionnelle et de l'environnement  
Centre antipoison et de toxicovigilance de Paris  
Hôpital Fernand Widal  
200, rue du Faubourg Saint-Denis - 75475 Paris cedex 10  
[robert.garnier@lrb.aphp.fr](mailto:robert.garnier@lrb.aphp.fr)

## 1.1- *Décapage chimique*

Les décapants chimiques se présentent sous la forme de poudres, de liquides, de gels ou de pâtes. Ils sont appliqués à la spatule, à la brosse, au rouleau ou par pulvérisation. Après les avoir laissés agir pendant quelques minutes à plusieurs jours (selon la préparation et le support), le revêtement est éliminé par grattage et cette opération est généralement suivie d'un abondant rinçage à l'eau, avec un nettoyeur à haute ou basse pression. Il y a un risque d'exposition et de contamination des opérateurs par des agents chimiques dangereux au cours des phases d'application, de grattage et de rinçage.

Les agents chimiques utilisés pour le décapage des façades sont de 3 types. Il peut s'agir :

- de solvants organiques, pour le décapage de peintures ou de revêtements de matières plastiques, sur tous supports ;
- de bases fortes, pour le décapage de pierres et éventuellement, sur divers supports, pour celui de peintures, en remplacement des solvants organiques ;
- d'acides minéraux, pour le décapage de béton, celui d'aluminium ou d'acier inoxydable.

### 1.1.1- *Solvants organiques*

Les solvants organiques ramollissent le film de peinture ou de matière plastique en quelques minutes à quelques heures ; ils le font cloquer ce qui permet de l'éliminer par divers moyens mécaniques. Le solvant le plus souvent utilisé pour le décapage chimique des façades est le dichlorométhane (ou chlorure de méthylène). Il constitue 50 à 95 % des préparations chimiques dans la composition des quelles il entre [2]. Les principales substances qui lui sont associées sont :

- d'autres solvants (2-20 %) qui agissent en synergie avec le dichlorométhane (DCM) : éthanol, méthanol, toluène, tétrachloréthylène ;
- des retardateurs d'évaporation (< 1 %) pour maintenir le DCM, très volatil, dans le support : cires paraffiniques ;
- des tensioactifs (qui facilitent l'élimination, par lavage à l'eau, du film décapé et des solvants) ;
- des activateurs (5-20 %) qui augmentent l'efficacité des solvants par d'autres mécanismes (acides formique, acétique, chlorhydrique, fluorhydrique ; phénols ; bases : soude, potasse, ammoniacale, alcanolamines) ;
- des épaississants (pour augmenter la viscosité de la préparation) : dérivés de la cellulose...

La prédominance du DCM dans les décapants chimiques ne devrait pas perdurer. En effet, après avoir pris connaissance d'une analyse d'impact effectuée par la Commission des communautés européennes, le Parlement et le Conseil européens ont considéré que les risques pour la santé liés à l'utilisation de DCM dans les décapants justifiaient la mise en œuvre de mesures de réduction de risque. Une proposition de directive est en cours de validation. Elle prévoit : 1) l'interdiction de la vente au public et aux professionnels des décapants contenant plus de 0,1 % de DCM, 2) la possibilité de dérogations pour des professionnels agréés, mais à condition que ceux-ci aient reçu une formation sur les dangers et les risques de ces préparations et les mesures à prendre pour s'en protéger (cette dérogation ne valant que dans les états membres de l'Union européenne qui l'acceptent).

Les principaux solvants proposés en remplacement du DCM dans les décapants chimiques sont le diméthylsulfoxyde (DMSO), la N-méthylpyrrolidone (NMP), les hydrocarbures, les esters dibasiques (adipate, glutarate et succinate de diméthyle), le limonène et l'alcool benzylique.

### 1.1.2- *Bases fortes*

Elles détruisent les microorganismes déposés sur les revêtements de pierres, de béton ou de briques. Associées à des tensioactifs et des solvants, elles peuvent également être employées pour décaper des peintures ou des vernis sur tous les supports. Les préparations commerciales contiennent également, souvent, des épaississants (dérivés de la cellulose). Les bases les plus souvent utilisées sont les hydroxydes de sodium et de potassium.

L'emploi de préparations contenant des bases fortes, pour le décapage de façades, est en perte de vitesse, car en l'absence de neutralisation, elles provoquent des phénomènes d'efflorescence sur les enduits ou les revêtements de pierre (dépôts de cristaux de sels fragilisant les revêtements et provoquant des effritements).

### 1.1.3- Acides forts

Employés pour le décapage du béton, de l'aluminium et de l'acier inoxydable, ils permettent l'élimination des dépôts organiques, du calcaire et de la rouille. Les agents les plus utilisés sont les acides chlorhydrique, nitrique, phosphorique et fluorhydrique ; ces deux derniers, en particulier, pour le décapage de l'aluminium et de l'acier inoxydable.

### 1.2- Décapage mécanique

Diverses techniques de décapage mécanique sont utilisables : décapage à l'eau sous haute pression, sablage, hydrosablage, gommage, hydrogommage, ponçage...

Certaines d'entre elles peuvent générer des risques chimiques :

- toutes exposent à des aérosols de débris du revêtement, qui peuvent être à l'origine d'effets nocifs, du fait de certains de leurs constituants : par exemple, parce qu'ils contiennent de la silice cristalline (grès, granits...), ou du plomb (minium des peintures anticorrosion des surfaces métalliques et toutes les peintures anciennes [antérieures à 1950])...

- les techniques de sablage, hydrosablage, gommage, hydrogommage exposent, en outre, à des aérosols des agents abrasifs qu'elles utilisent : autrefois la silice cristalline ; aujourd'hui, plus souvent l'alumine, des poudres de verres, des carbonates et silicates non fibreux.

### 1.3- Décapage thermique

Il utilise généralement une lance thermique alimentée par des brûleurs au propane. Ce procédé est principalement employé pour le décapage des huisseries, des pièces de charpente et de menuiserie. Il expose aux produits de dégradation thermique du combustible et des revêtements (oxydes de carbone, irritants [aldéhydes, chlorure d'hydrogène] et surtout plomb), en particulier en cas de confinement du poste de travail (bâchage).

### 1.4- Autres techniques

Les techniques de décapage par laser ou cryogénie sont employées pour des restaurations fines sur des petites surfaces : le laser, comme le décapage thermique expose à des produits de dégradation thermique des revêtements et de leurs souillures ; la cryogénie utilise de la glace sèche (dioxyde de carbone), elle expose donc à des accidents asphyxiques, en cas d'utilisation en milieu mal ventilé.

## 2 – Dangers des préparations utilisées pour le décapage chimique des façades

Ce chapitre n'envisage que les dangers associés aux procédés de décapage chimique. Il n'examine pas ceux qui résultent d'expositions à des agents chimiques générés par les procédés de décapage physiques ; ceux-ci

sont, cependant, réels : irritation respiratoire par les aérosols générés par tous les procédés mécaniques, ou les fumées du décapage thermique et du nettoyage au laser ; risque de silicose, quand c'est du sable qui est utilisé pour le décapage mécanique ; risques liés à l'inhalation de fibres d'amiante qui ont pu être utilisées dans les revêtements de façades jusqu'au milieu des années 1980, risque d'intoxication oxycarbonée, en cas de décapage thermique ; risque asphyxique associé aux procédés cryogéniques ; risque de saturnisme, en cas de décapage thermique ou mécanique de peintures ou d'enduits contenant du plomb, etc.

Les dangers décrits ci-après sont ceux des principaux solvants, des bases et des acides forts entrant dans la composition des décapants chimiques. Les salariés des entreprises de ravalement de façades sont généralement inconscients des dangers auxquels ils sont exposés : ce sont des travailleurs souvent peu qualifiés, qui ne savent pas toujours lire les étiquettes présentes sur les emballages des préparations employées et ne comprennent pas la nécessité d'utiliser des équipements de protection individuelle (EPI) contraignants, alors qu'ils travaillent en plein air.

## **2.1- Solvants**

Les principaux solvants employés dans les préparations de décapage des façades sont le DCM, le DMSO, la NMP, les hydrocarbures et les esters dibasiques.

### *2-1-1- Propriétés toxicologiques communes des solvants organiques*

Parce qu'ils sont lipophiles, en cas de contact prolongé ou répété, tous les solvants sont irritants pour les revêtements superficiels. Ils peuvent produire une dermatite d'irritation en cas de contamination cutanéovestimentaire, une kérato-conjonctivite en cas de projection oculaire, une irritation des voies aériennes en cas d'exposition à des aérosols.

L'exposition aiguë à des concentrations atmosphériques élevées de solvants organiques induit une dépression du système nerveux central, dont les manifestations sont identiques, quelle que soit la substance en cause : sensation d'ébriété, nausées, céphalées, sensations vertigineuses, levée d'inhibition, confusion, agitation, troubles de l'équilibre et coma. Le syndrome ébrieux s'accompagne d'un allongement des temps de réaction, de troubles de la dextérité et de la coordination motrice, d'une altération de l'attention et de la vigilance, à l'origine d'erreurs de jugement, de troubles de la mémoire immédiate [3]... Cette altération des fonctions supérieures peut être la cause d'accidents de travail.

Par ailleurs, quand les tâches exposantes sont réalisées dans une enceinte confinée (dans une cour fermée par exemple), les vapeurs de solvants, plus lourdes que l'air, peuvent s'accumuler dans les parties basses et être à l'origine d'accidents graves, asphyxiques : la pression partielle en oxygène est normalement de 21 % ; dès qu'elle est inférieure à 17 %, apparaissent une accélération des rythmes cardiaque et respiratoire et des troubles de la coordination ; en deçà de 10 %, surviennent des nausées, des vomissements, puis une perte de connaissance ; au-dessous de 6 %, des convulsions et un arrêt cardio-respiratoire peuvent être observés [4]. Le traitement de ces accidents asphyxiques et des intoxications aiguës est symptomatique : retrait de l'atmosphère contaminée par des sauveteurs équipés d'appareils respiratoires isolants ; oxygénothérapie ; le cas échéant, traitement des convulsions et réanimation symptomatique.

L'exposition prolongée (généralement pendant plus de 10 ans) à des concentrations élevées (supérieures aux valeurs limites d'exposition professionnelle) de solvants organiques peut être à l'origine de troubles mentaux organiques (détérioration intellectuelle, troubles de l'humeur et de la personnalité) durables [4]. Elle est associée à un excès de risque de sclérodémie systémique [5]. L'exposition répétée à des solvants organiques est également susceptible d'aggraver une néphropathie préexistante ; sa capacité à induire, de novo, des atteintes

tubulaires ou glomérulaires est discutée [6]. L'exposition pendant la grossesse à des solvants, quelle qu'en soit la nature chimique, est associée à un excès de risque modéré d'avortement et/ou d'accouchement prématuré [7].

Le 84<sup>ème</sup> tableau des maladies professionnelles du régime général de la sécurité sociale et le 48<sup>ème</sup> du régime agricole indemnisent les dermites et les conjonctivites irritatives, ainsi que les troubles neurologiques subaigus ou chroniques induits par l'exposition professionnelle à des solvants.

### 2-1-2- Toxicité du dichlorométhane

Le DCM est fortement irritant en cas de contact direct avec la peau et les muqueuses. Quand celui-ci est prolongé, il peut être à l'origine de brûlures chimiques des téguments [8]. Les vapeurs sont faiblement irritantes pour les yeux et les voies respiratoires ; les aérosols assez fortement irritants [9].

Le DCM est très volatil aux températures ambiantes habituelles. Il a été responsable de très nombreux cas d'intoxication aiguë systémique, en milieu professionnel et au cours d'activités de bricolage. L'exposition brutale à des concentrations atmosphériques très élevées du solvant a été à l'origine d'accidents asphyxiques parfois mortels [10-13]. L'intoxication aiguë systémique par le DCM se traduit par une dépression du système nerveux central (syndrome ébrieux, puis coma) [14,15]. Chez l'homme, la principale voie métabolique du DCM aboutit à la production de monoxyde de carbone : en situation d'intoxication aiguë, l'oxycarbonémie s'élève significativement ; la concentration sanguine de carboxyhémoglobine (HbCO) dépasse habituellement 5-10 % et peut être parfois supérieure à 30 %. Cette intoxication secondaire par le monoxyde de carbone est généralement insuffisante pour être à l'origine d'accidents anoxiques chez des individus sains, mais elle a été responsable d'angor, d'infarctus du myocarde ou d'accident anoxiques cérébraux chez des individus athéromateux [16, 17]. Chez ces individus à risque, un accident est possible en cas de diminution rapide de la concentration d'oxyhémoglobine d'amplitude au moins égale à 5 % (autrement dit, lorsque l'HbCO atteint 5 %) ; une telle carboxyhémoglobinémie correspond approximativement à une exposition de 8 heures à 100 ppm de DCM. De nombreuses publications confirment l'absence de complications anoxiques de l'exposition au DCM, lorsque la VME de 50 ppm est respectée [18-20].

L'exposition répétée à des concentrations élevées de solvants organiques peut être à l'origine de troubles cognitifs durables. Ce type d'effet a été rapporté avec DCM, mais celui-ci était généralement associé à d'autres solvants.

L'exposition aiguë ou répétée au DCM n'a pas d'effet toxique hépatique ou rénal caractérisé.

L'inhalation répétée de DCM a induit des tumeurs hépatiques et pulmonaires chez la souris, des tumeurs mammaires chez des rats des deux sexes ; elle n'a pas eu d'effet cancérigène chez le hamster. Sept études de cohortes et 3 études cas-témoin ont recherché un excès de risque de cancer lié à l'exposition professionnelle au DCM ; elles ne montrent pas d'élévation reproductible du risque d'un type de tumeur particulier. Les experts du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), dans leur dernière évaluation du DCM ont considéré qu'il y avait des preuves de sa cancérigénicité, suffisantes chez l'animal et insuffisantes chez l'homme [21] ; en conséquence, ils l'ont classé dans le groupe 2B des agents possiblement cancérigènes pour l'espèce humaine. Les preuves de cancérigénicité établies chez les petits rongeurs ne sont pas extrapolables à l'homme, en raison d'importantes différences interspèces du métabolisme du solvant. Le classement du DCM pour ses propriétés cancérigènes dans l'Union européenne est équivalent à celui du CIRC (catégorie 3).

Une publication rapporte 4 cas d'oligospermie dans un groupe de 34 hommes professionnellement exposés au DCM, mais une autre étude n'a trouvé aucun signe d'oligospermie dans une cohorte de 20 travailleurs exposés



[23]. Comme tous les solvants organiques, le DCM passe la barrière placentaire et est excrété dans le lait. Expérimentalement, il n'a pas induit de malformation chez le rat et la souris. Deux études indiquent un excès de risque d'avortement spontané lié à l'exposition professionnelle au DCM [24, 25], mais ce n'est probablement pas un effet spécifique (voir plus haut).

**Certaines des pathologies professionnelles induites par le DCM sont indemnisables au titre du 12<sup>ème</sup> tableau des maladies professionnelles du régime général de la sécurité sociale et du 21<sup>ème</sup> du régime agricole.**

#### *2-1-3- Toxicité du diméthylsulfoxyde*

Le DMSO est, aux températures habituelles, un liquide incolore d'odeur légèrement soufrée, peu volatil, miscible à l'eau et à la plupart des solvants organiques ; c'est un bon solvant des résines naturelles et artificielles. Les vapeurs sont rapidement absorbées par voie respiratoire. En cas de contact prolongé, le passage transcutané est important.

Les solutions de DMSO sont irritantes pour la peau chez tous les individus, lorsque leur concentration dépasse 10 %, mais il existe une importante variabilité interindividuelle de la sensibilité à cet effet irritant. Le contact direct avec le DMSO est histamino-libérateur, ce qui provoque une urticaire dont le mécanisme n'est pas immuno-allergique [26].

L'intoxication aiguë systémique par le DMSO se manifeste par une dépression du système nerveux central (syndrome ébrieux, puis coma), une odeur alliacée de l'haleine (traduisant l'élimination respiratoire de sulfure de diméthyle), une hyperéosinophilie. Une discrète hémolyse a été rapportée après administration intra-veineuse. Une élévation de l'activité des enzymes hépatiques et une atteinte tubulaire rénale ont été observées, chez le rat et la souris [26, 27].

L'exposition répétée au DMSO peut être responsable d'une odeur alliacée de l'haleine, d'une hyperéosinophilie, de troubles mentaux organiques (détérioration intellectuelle, troubles de l'humeur et de la personnalité) [26, 27].

Expérimentalement, dans plusieurs espèces animales, l'administration répétée de DMSO a également induit une hyperdiurèse, une anémie hémolytique, une stéatose hépatique (plus rarement une cytolyse modérée), une atteinte tubulaire rénale et des atteintes cristalliniennes (cataracte et myopie). La plupart des tests de génotoxicité, réalisés in vitro ou in vivo, sont négatifs ; il n'y a pas d'étude publiée de la cancérogénicité du DMSO. Les données disponibles n'indiquent pas d'effet sur la fertilité et expérimentalement, des effets sur le développement foetal n'ont été observés qu'à des doses élevées, toxiques pour les mères [26, 27].

#### *2-1-4- Toxicité de la N-méthylpyrrolidone*

La NMP est, aux températures habituelles, un liquide incolore d'odeur légèrement aminée, peu volatil, miscible à l'eau et à la plupart des solvants organiques ; c'est un bon solvant des résines naturelles et artificielles. L'absorption respiratoire est généralement négligeable, en raison de la faible volatilité de la NMP ; en cas de contact direct, le passage transcutané est important.

La NMP est irritante et le contact cutané prolongé peut être à l'origine de brûlures sévères. L'intoxication aiguë se traduit par une dépression du système nerveux central (syndrome ébrieux, puis coma). Expérimentalement, chez le rat, l'administration répétée de fortes doses de NMP a induit des atteintes hépatique et rénale bénignes, une dépression médullaire et des organes lymphoïdes, ainsi que des lésions testiculaires ; ce type d'effet n'a pas été rapporté chez l'homme. L'exposition répétée à la NMP par voie orale ou inhalatoire n'a pas induit de tumeurs chez le rat. Chez la souris mâle une augmentation de l'incidence des adénomes et des

adénocarcinomes hépatocellulaires a été observée, mais c'est un effet qui est considéré comme spécifique de l'espèce (non extrapolable à l'homme). Dans plusieurs espèces et par plusieurs voies, l'exposition à la NMP pendant la gestation a été responsable d'effets foetotoxiques, embryotoxiques et tératogènes qui ont justifié le classement de ce solvant dans la catégorie 2 des agents toxiques pour le développement foetal, dans l'Union européenne [28, 29].

#### 2-1-5- *Autres solvants*

Les principaux autres solvants utilisés en association avec le DCM dans les décapants pour façades ou proposés en remplacement du DCM sont des mélanges d'hydrocarbures pétroliers, le D-limonène, des esters dibasiques (adipate, glutarate et succinate de diméthyle), le carbonate de propylène, l'alcool benzylique et le lactate d'éthyle. Ils ont les propriétés toxiques communes à tous les solvants organiques. Le D-limonène est sensibilisant.

#### 2-2- **Toxicité des acides et des bases**

Les décapants alcalins contiennent de la soude ou de la potasse, des sels basiques de sodium ou de potassium. Les acides qui sont le plus souvent employés sont les acides chlorhydrique, nitrique, phosphorique et fluorhydrique. Ces préparations sont corrosives.

##### 2-2-1- *Contaminations cutanées et projections oculaires*

Les agents corrosifs provoquent des brûlures chimiques des tissus avec lesquels ils entrent en contact. L'aspect des lésions produites ne dépend pas de la nature de la substance qui en est responsable ; il est également semblable à celui des brûlures thermiques : érythème, œdème, phlyctène ou nécrose, selon la gravité de l'atteinte. Celle-ci est déterminée par :

- *la nature de l'agent chimique impliqué* : les acides forts provoquent une coagulation des protéines et les lésions dont ils sont responsables sont immédiatement constituées ; l'exception est l'acide fluorhydrique qui, du fait de son caractère acide, produit des lésions immédiates mais qui s'aggravent au cours des 6-12 heures suivantes, en raison de la chélation du calcium intra-cellulaire par les ions fluorures ; les bases liquéfient les protéines et saponifient les lipides tissulaires ; les lésions dont elles sont responsables sont pénétrantes et se constituent lentement ;
- *la concentration* de l'agent corrosif dans la préparation impliquée ;
- *la quantité* de la préparation entrée en contact avec les tissus ;
- *la durée du contact* : de nombreuses études expérimentales et cliniques montrent que, tant au niveau de la peau qu'à celui de l'œil, la décontamination précoce limite efficacement la gravité des lésions, la durée des soins médicaux, le délai de la guérison ou de la consolidation et la fréquence des séquelles. L'efficacité du lavage diminue très rapidement quand le délai de sa mise en œuvre augmente : elle est, au mieux, médiocre et le risque de lésion locale sévère est élevé, quand la décontamination initiale est entreprise plus de 10 minutes après le début du contact.

Ces caractéristiques déterminent le traitement des projections cutanées ou oculaires d'agents corrosifs. La décontamination des tissus devant être entreprise très précocement, il est impératif de la débiter sur place, ce qui implique que les salariés concernés aient reçu une information adaptée et qu'ils disposent d'un point d'eau. En cas de projection cutané-vestimentaire, ce traitement commence par un déshabillage. En cas de projection oculaire, la décontamination nécessite souvent l'instillation préalable d'un anesthésique local pour lever un blépharospasme. Le lavage doit être prolongé pour être efficace : une durée de 15-20 minutes est un minimum

(avec les solutions concentrées d'acides forts ou de bases fortes il est recommandé de le poursuivre plus longtemps). Le décontaminant de référence est l'eau du robinet ; les solutions neutralisantes n'ont pas d'intérêt démontré ; c'est, en particulier, le cas de la Diphotérine® commercialisée par le laboratoire Prévor. Pour le lavage oculaire, l'utilisation d'un soluté isotonique aux larmes (type Ringer lactate) est préférable à l'eau, mais son utilisation ne doit pas avoir pour conséquence de différer la décontamination. Après le lavage réalisé sur place, une consultation médicale est toujours nécessaire, pour faire le bilan des lésions et pour compléter la décontamination ou mettre en œuvre un traitement symptomatique des lésions, quand c'est utile [30, 31].

### 2-2-2- Inhalation

L'inhalation d'aérosols d'une préparation corrosive produit une irritation intense et des brûlures chimiques de l'arbre respiratoire. La localisation des lésions produites, leur étendue et leur gravité dépendent de l'intensité de l'exposition, de sa durée, de la taille des particules constituant l'aérosol (celles dont le diamètre aérodynamique est supérieur à 10 µm sont retenues dans les voies aériennes supérieures ; celles qui parviennent jusqu'aux alvéoles ont un diamètre inférieur à 5 µm), ainsi que de l'hydrosolubilité des agents impliqués (les bases et les acides sont très hydrosolubles et produisent des lésions qui prédominent dans la partie haute des voies aériennes, mais une inhalation massive de ces agents produit des lésions de tout l'arbre respiratoire). Les effets observés traduisent l'irritation : rhinorrhée, éternuements, douleur laryngées et thoraciques, dyspnée, parfois dysphonie, toux, râles bronchiques et sibilants. Le pronostic initial est dominé par les risques d'œdème laryngé et de bronchospasme sévère. Quelques dizaines de minutes après l'arrêt de l'exposition, les manifestations initiales commencent à s'amender, mais cette rémission ne doit pas rassurer, car elle peut n'être que transitoire et prélude à la survenue d'un œdème aigu pulmonaire lésionnel. Celui-ci apparaît 6 à 24 heures après l'exposition. Les complications secondaires traduisent les brûlures chimiques de l'arbre respiratoire et leur surinfection : obstructions tronculaires et atelectasies, abcès pulmonaires... A terme, la guérison est l'évolution habituelle, mais des séquelles sont possibles : la plus fréquente est la persistance d'une hyperréactivité bronchique ; plus rarement, une bronchiolite oblitérante, des sténoses bronchiques, des bronchectasies ou une fibrose pulmonaire sont observées, quand les lésions initiales étaient sévères [30].

Le traitement des inhalations d'irritants est symptomatique. Toutes les personnes qui ont des signes d'irritation objectifs des voies respiratoires (toux, dyspnée, bruits anormaux à l'auscultation thoracique) doivent bénéficier d'une surveillance d'au moins 24 heures en milieu hospitalier (même si leur gêne initiale diminue), en raison du risque de survenue retardée d'un œdème pulmonaire. De même, quand des signes objectifs d'irritation (toux, dyspnée, bruits anormaux à l'auscultation thoracique) sont apparus, même transitoirement, il est nécessaire de vérifier l'absence de séquelle fonctionnelle au décours de l'accident, en mesurant les volumes et les débits ventilatoires et en s'assurant de l'absence d'hyperréactivité bronchique persistante, par un test à la méthacholine ou à l'histamine [30].

L'exposition répétée à des aérosols de préparations irritantes peut être responsable de rhino-sinusite d'un syndrome de dysfonctionnement réactif des voies aériennes et/ou de broncho-pneumopathie chronique. Les aérosols d'acides forts produisent, en outre, des érosions dentaires. Plusieurs études épidémiologiques montrent des excès de risque de cancers laryngés et broncho-pulmonaires associés à l'exposition à des aérosols d'acide sulfurique ; les données concernant les autres acides sont insuffisantes pour permettre une évaluation [30].

### 2-2-3- Acide fluorhydrique

#### *Contaminations cutanées et projections oculaires*

Les contacts cutanés ou oculaires avec des solutions d'acide fluorhydrique produisent des brûlures chimiques qui ne se constituent complètement qu'en 12-24 heures (voir plus haut). Avec les solutions concentrées (> 50 %) la douleur est immédiate, la destruction tissulaire rapide, toujours importante et souvent profonde, responsable de lésions tendineuses et osseuses ; avec les solutions diluées (< 10 %), la douleur et les lésions apparaissent après un intervalle libre<sup>1</sup>.

Une intoxication systémique par l'ion fluorure peut faire suite à une contamination d'au moins 1 % de la surface corporelle (une paume de main) par une solution concentrée (> 50 %) et d'au moins 10 % de la surface corporelle par une solution diluée (< 10 %). Ce risque d'intoxication systémique justifie (après la décontamination initiale) un transfert en milieu hospitalier par une ambulance médicalisée, pour une surveillance clinique, électrocardiographique et biologique d'au moins 24 heures.

L'intoxication systémique par l'ion fluorure entraîne une hypocalcémie et une hypomagnésémie, avec leurs conséquences neurologiques (paresthésies, fasciculations, myoclonies, convulsions) et cardiaques (troubles de la repolarisation, de la conduction et de l'excitabilité cardiaques).

Les contaminations cutanées par l'acide fluorhydrique nécessitent d'abord un déshabillage et un lavage cutané, comme recommandé pour la contamination par n'importe quel irritant (voir plus haut). En cas de contamination des mains ou des pieds, ces manœuvres doivent être suivies d'une taille des ongles à ras et d'un bain des extrémités dans une solution de calcium (par exemple, gluconate de calcium à 10 %), pendant au moins 15 à 20 minutes. Quelle que soit la zone contaminée, le rinçage sera suivi de l'application locale, pendant 36 à 48 heures, d'un gel de calcium<sup>2</sup> ou de compresses imbibées d'une solution de calcium<sup>3</sup>. L'application de gel doit être répétée toutes les 4 heures ou les compresses maintenues imbibées de la solution ; en cas de lésions des mains, on peut utiliser des gants dont la face interne a été enduite de gel. Il n'y a pas de preuve clinique de l'efficacité de l'Hexafluorine<sup>®</sup>, préparation distribuée par le laboratoire Prévior pour le traitement spécifique des contaminations par l'acide fluorhydrique ; expérimentalement, elle est moins efficace que le lavage à l'eau suivi de l'application de calcium. La décontamination des projections oculaires d'acide fluorhydrique n'utilise que l'eau (voir plus haut). Il n'y a pas lieu de la faire suivre de l'instillation de calcium. La surveillance et le traitement symptomatique des complications systémiques ne peuvent être réalisés qu'en milieu hospitalier [30, 31].

#### *Inhalation*

L'inhalation d'aérosols d'acide fluorhydrique produit une irritation des voies respiratoires semblable à celle décrite ci-dessus pour les inhalations d'acides quels qu'ils soient (voir plus haut). Elle se caractérise par la possibilité d'une aggravation des brûlures chimiques pendant 6-12 heures et surtout, par le risque d'intoxication systémique qui n'est notable qu'en cas d'exposition à une solution concentrée.

De même, il est improbable, que l'exposition à des préparations décapantes contenant de l'acide fluorhydrique, dans le bâtiment, soit assez fréquente pour produire une intoxication chronique par le fluor et une fluorose (hyper minéralisation du squelette, exostoses et calcifications ligamentaires) [30].

### **3 – Conclusions**

Les préparations utilisées pour le décapage des façades des immeubles contiennent habituellement des substances dangereuses. Dans un nombre important de cas, des préparations très agressives pourraient être remplacées par d'autres dont la toxicité intrinsèque est moins élevée : c'est, par exemple, le cas des décapants

<sup>1</sup> La concentration d'acide fluorhydrique dans les décapants pour façade est variable, mais elle est généralement inférieure à 20 %.

<sup>2</sup> Il existe diverses préparations magistrales de gel de calcium : par exemple, 3,5 g de gluconate de calcium dans 150 g d'un gel lubrifiant hydrosoluble, type K-Y<sup>®</sup>.

<sup>3</sup> Gluconate de calcium à 10 %, par exemple.

solvantés contenant du DCM, auxquels on pourrait avantageusement substituer des préparations contenant des agents moins dangereux, tels que le DMSO ou les esters dibasiques ; probablement aussi, dans certaines de leurs applications, les décapants contenant de l'acide fluorhydrique pourrait être remplacés.

Cependant, il n'est pas envisageable à court terme de trouver des alternatives techniques qui rendraient négligeables le risque chimique dans cette activité. Il importe donc que :

- à danger égal, les préparations et les procédés les plus sûrs soient utilisés de préférence (par exemple, on préférera un décapant chimique en gel, applicable à la brosse, à une préparation chimiquement semblable mais utilisée en aérosol),
- les risques soient connus des maîtres d'œuvres et des maîtres d'ouvrages (que l'évaluation des risques chimiques soit formalisée dans le plan général de coordination des chantiers),
- les préparations soient convenablement étiquetées et ne soient pas déconditionnées sur les chantiers,
- les zones de travail soient convenablement ventilées,
- les salariés soient informés des dangers, des mesures à prendre pour s'en protéger (modalités de mise en œuvre et protections à utiliser) et de la conduite à tenir en cas d'incident ou d'accident,
- des cantonnements équipés de lavabos, de douches et de lave-œil soient mis à disposition (et ne soient pas utilisés pour le stockage des produits employés sur le chantier),

Des recommandations établies en commun, par les professionnels concernés et les médecins du travail du bâtiment seraient bienvenues.

## **Références**

- 1 - Hédouin-Langlet C. Prévention des risques professionnels liés à l'activité de ravalement de façade. Mémoire de prévention d'ingénieur conseil, CRAMIF, 2008 : 55 p.
- 2 – Jargot D. Les décapants chimiques industriels. Hygiène et Sécurité du Travail, 2006 ; 202 : 91-6.
- 3 - Dick RB. Neurobehavioral assessment of occupationally relevant solvents and chemicals in humans. In: Chang LW, Dyer RS, eds. Handbook of neurotoxicology. New York: Dekker, 1995:217-322.
- 4 - Bismuth C, Baud F, Conso F, Dally S, Fréjaville JP, Garnier R, Jaeger A.. Toxicologie clinique. Paris: Flammarion Médecine-Sciences, 2000:1092.
- 5 – Garnier R, Bazire A, Chataigner D. Sclérodermie et exposition professionnelle aux solvants organiques. Arch Mal Prof Environ 2006 ; 66 : 488-504.
- 6 – Brautbar N . Industrial solvents and kidney disease. Int J Occup Environ Health 2004 ; 10 : 79-83.
- 7 – Saillenfait AM, Robert E. Exposition professionnelle aux solvants et grossesse. Etat des connaissances épidémiologiques. Rev Epidemiol Sante Publ 2000 ; 48 : 374-88.
- 8 - Wells GG, Waldron HA. Methylene chloride burns. *Br J Ind Med* 1984;41(3):420.
- 9 - Snyder RW, Mishel HS, Christensen GC, 3rd. Pulmonary toxicity following exposure to methylene chloride and its combustion product, phosgene. *Chest* 1992;101(3):860-1.
- 10 - Leikin JB, Kaufman D, Lipscomb JW, Burda AM, Hryhorczuk DO. Methylene chloride: report of five exposures and two deaths. *Am J Emerg Med* 1990;8(6):534-7.
- 11 - Manno M, Rugge M, Cocheo V. Double fatal inhalation of dichloromethane. *Hum Exp Toxicol* 1992;11(6):540-5.
- 12 - Tay P, Tan KT, Sam CT. Fatal gassing due to methylene chloride - a case report. *Singapore Med J* 1995;36(4):444-5.

- 13 - Zarrabeitia MT, Ortega C, Altuzarra E, Martinez MA, Mazarrasa O, Calvet R. Accidental dichloromethane fatality: a case report. *J Forensic Sci* 2001;46(3):726-7.
- 14 - Bakinson MA, Jones RD. Gassings due to methylene chloride, xylene, toluene, and styrene reported to Her Majesty's Factory Inspectorate 1961-80. *Br J Ind Med* 1985;42(3):184-90.
- 15 - Hall AH, Rumack BH. Methylene chloride exposure in furniture-stripping shops: ventilation and respirator use practices. *J Occup Med* 1990;32(1):33-7.
- 16 - Stewart RD, Hake CL. Paint-remover hazard. *Jama* 1976;235(4):398-401.
- 17 - Soden KJ, Marras G, Amsel J. Carboxyhemoglobin levels in methylene chloride-exposed employees. *J Occup Environ Med* 1996;38(4):367-71.
- 18 - Amsel J, Soden KJ, Sielken RL, Jr., Valdez-Flora C. Observed versus predicted carboxyhemoglobin levels in cellulose triacetate workers exposed to methylene chloride. *Am J Ind Med* 2001;40(2):180-91.
- 19 - Hearne FT, Pifer JW, Grose F. Absence of adverse mortality effects in workers exposed to methylene chloride: an update. *J Occup Med* 1990;32(3):234-40.
- 20 - Lanes SF, Rothman KJ, Dreyer NA, Soden KJ. Mortality update of cellulose fiber production workers. *Scand J Work Environ Health* 1993;19(6):426-8.
- 21 - Dichloromethane. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 1999;71 Pt 1:251-315.
- 22 - Kelly M. Case reports of individuals with oligospermia and methylene chloride exposures. *Reprod Toxicol* 1988;2(1):13-7.
- 23 - Wells VE, Schrader SM, McCammon CS, Ward EM, Turner TW, Thun MJ, et al. Cluster of oligospermia among four men occupationally exposed to methylene chloride (MeCl). *Reprod Toxicol* 1989;3(4):281-2.
- 24 - Axelsson G, Lutz C, Rylander R. Exposure to solvents and outcome of pregnancy in university laboratory employees. *Br J Ind Med* 1984;41(3):305-12.
- 25 - Taskinen H, Lindbohm ML, Hemminki K. Spontaneous abortions among women working in the pharmaceutical industry. *Br J Ind Med* 1986;43(3):199-205.
- 26 - Ali BH. Dimethyl sulfoxide : recent pharmacological and toxicological research. *Vet Hum Toxicol* 2001 ; 43 : 228-31.
- 27 - Mottu F, Laurent A, Rufenacht DA, Doelker A. Organic solvents for pharmaceutical parenterals and embolic liquids : a review of toxicity data. *PDA Pharm Sci Technol* 2000 ; 54 : 456-69.
- 28 - Saillenfait AM, Galissot F, Langonne I, Sabate JP. Developmental toxicity of N-methyl-2-pyrrolidone administered orally to rats. *Food Chem Toxicol* 2002 ; 40 : 1705-12.
- 29 - Saillenfait AM, Galissot F, Morel G. Developmental toxicity of N-methyl-2-pyrrolidone in rats, following inhalation exposure. *Food Chem Toxicol* 2003 ; 41 : 583-88.
- 30 - Garnier R. Acides et anhydrides in Bismuth C, Baud F, Conso C, Dally S, Fréjaville JP, Garnier R, Jaeger A. Toxicologie clinique. 5<sup>ème</sup> édition. *Flammarion, Médecine-Sciences*, Paris, 2000 : 699-713.
- 31 - Testud F, Payen C. Evaluation des solutions de décontamination des brûlures chimiques. *Arch Mal Prof Environ* 20005 ; 66 : 335-40.

**Etude de l'exposition aux polluants atmosphériques  
émis lors du décapage thermique des façades.**<sup>◊</sup>

**E. DELÈTRE et R. CADOT**

Cette étude présente l'exposition aux polluants atmosphériques émis lors du décapage thermique de Revêtements Plastiques Epais (R.P.E.) de façades d'immeubles. La bibliographie en la matière est assez réduite, la plupart des études portant sur d'autres procédés de décapage (mécanique, chimique) et d'autres types de support (métal, bois...).

L'ensemble de la métrologie atmosphérique a été réalisé par le laboratoire de toxicologie professionnelle et environnementale de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail (IUMT) de Lyon du Professeur Bergeret, mené par Mr R. Cadot. Cette étude a été réalisée entre le 4 Octobre 2006 et le 30 Janvier 2007 sur quatre chantiers d'une même entreprise répartis sur plusieurs arrondissements de la ville de LYON. Cette étude est issue du terrain, avec toutes les contraintes matérielles et organisationnelles liées au BTP.

C'est une première approche de l'exposition aux substances dégagées lors du décapage thermique en ce sens qu'elle suscite d'autres interrogations afin de mieux appréhender l'évaluation du risque inhérent.

**Nature des travaux réalisés**

Le décapage thermique de façades nécessite l'utilisation d'un chalumeau équipé d'un brûleur, alimenté par du gaz propane stocké en bouteilles de 13 ou 35 kilogrammes, et d'une lame de raclage.

Le brûleur chauffe et ramollit le revêtement, ce qui permet à l'opérateur d'ôter plus facilement le film plastique avec une lame. Ce support est théoriquement chauffé à une température d'environ 60°C afin d'éviter sa détérioration. Cette technique est utilisée essentiellement pour les revêtements plastiques épais, plus rarement pour les revêtements d'imperméabilité et les films minces. Pour les zones inaccessibles et/ou à proximité de matériaux inflammables (P.V.C., bois, colonnes de gaz...), elle doit être complétée par un décapage chimique.

Dans cette étude, les opérateurs interviennent sur des façades d'immeubles équipées d'échafaudages fixes ou de plates-formes suspendues à niveaux variables. La flamme du brûleur est située à environ un mètre des voies respiratoires de l'ouvrier. Ce travail, d'une grande pénibilité, est ponctué de pauses fréquentes permettant une récupération physique ainsi que la réalisation de tâches annexes (décapage chimique, nettoyage...).

**Méthodologie des prélèvements**

Pour identifier et quantifier l'exposition aux polluants atmosphériques émis lors du décapage thermique, les salariés affectés à ce type de décapage ont été équipés de dispositifs de prélèvements séquentiels fixés à proximité de leurs voies respiratoires.

Ces pompes à débit constant permettent d'aspirer l'air et de fixer les polluants recherchés sur divers supports.

L'analyse a porté sur trois types de familles chimiques susceptibles d'être retrouvées dans les fumées de décapage :

<sup>◊</sup> E. DELÈTRE, BTP Santé Prévention, 55 avenue Galline 69100 Villeurbanne  
[deletre@btpsanteprevention.fr](mailto:deletre@btpsanteprevention.fr)

R. CADOT, Toxicologie Professionnelle et Environnementale, 5 place d'Arsonval 69437 Lyon Cedex 03

- des composés métalliques habituellement rencontrés dans les pigments minéraux :
  - filtres à particules – méthode AFNOR NF X 43-256 et INRS Métropol 003
  - mesures réalisées sur les 2 premiers chantiers uniquement
- des aldéhydes :
  - support silice-DNPH – méthode INRS Métropol 001
  - mesures réalisées sur les 2 premiers chantiers uniquement
- des composés organiques volatils (C.O.V.) :
  - capteur air toxique – méthode LARCE-IRCE
  - mesures réalisées sur les 4 chantiers (2 opérateurs par chantier).

Compte tenu des contraintes organisationnelles liées à l'avancement quotidien des travaux, la durée des prélèvements atmosphériques, initialement prévue d'une demi-journée de travail, a dû être écourtée. Elle a été corrélée avec la durée de décapage des opérateurs. Pendant les périodes de mesure, le temps de pause des opérateurs n'a pas excédé 10 % du temps de prélèvement ; le temps de décapage thermique n'a pas dépassé 70 % du temps de leur travail quotidien.

La mesure de la température du revêtement décapé a été faite avec un thermomètre équipé d'une sonde de contact pour surface non plane. Une quinzaine de mesures a été effectuée sur trois des quatre chantiers. Les températures enregistrées, majorées de 15 à 20° C pour compenser les trois secondes du temps de réponse de la sonde, varient de 80 à 170° C au contact du revêtement décapé.

### Interprétation des prélèvements

Les concentrations atmosphériques des diverses substances identifiées sont très basses, qu'il s'agisse des métaux, des aldéhydes ou des COV.

Ces premiers résultats sont intéressants pour quantifier l'exposition aux polluants atmosphériques et les comparer à la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle. La probabilité de dépassement de ces valeurs limites est inférieure à 0,1% pour chacune de ces substances (approche conventionnelle : écart géométrique de 2, nombres de mesures de 1 à 4). Néanmoins pour enrichir l'exploitation de cette étude, il serait nécessaire de tenir compte du risque lié à une multi exposition. Cette analyse, basée sur les indices d'exposition, a été effectuée en fonction des effets toxiques des polluants considérés sur un même organe cible. Ces substances ont été regroupées par organe cible commun ; la substance pouvant avoir d'autres effets toxiques propres.

#### • Les métaux

- **1<sup>er</sup> groupe : les métaux Traces Toxiques, à toxicité rénale** : *cadmium, plomb* ;
- **2<sup>ème</sup> groupe : les métaux allergisants** : *nickel, cobalt, chrome*.

Pour ces 2 groupes, les indices d'exposition liés à une multi exposition sont très faibles (< 0.023 pour le 1<sup>er</sup> groupe, et < 0.064 pour le 2<sup>ème</sup> groupe, valeurs très inférieures à la valeur limite d'exposition du mélange qui est de 1). Ces résultats mettent en avant un risque cumulé relativement faible quant à l'exposition aux polluants atmosphériques.

#### • Les aldéhydes

Les indices d'exposition des aldéhydes liés à une multi exposition identifiés sur les chantiers (formaldéhyde, acétaldéhyde, glutaraldéhyde) sont faibles (<0,1). Il aurait été intéressant de mesurer les taux atmosphériques



liés à la pollution environnementale résiduelle aux abords des chantiers afin d'identifier clairement la provenance de ces substances. Par exemple, le formaldéhyde (classé C3 par l'Union Européenne et 1 par le CIRC), seul à pouvoir être quantifié, peut provenir des fumées de décapages comme de la pollution environnementale.

#### • Les COV

Le nombre de Composés Organiques Volatils varie d'un chantier à l'autre. Parmi la centaine de composés organiques identifiés à partir des prélèvements atmosphériques sur les quatre sites, 26 sont des toxiques professionnels, 10 sont « Cancérogènes, Mutagènes ou Reprotoxiques ». Seulement 6 toxiques sont communs aux 4 sites (acétone, butanol, dichlorométhane, nonanal, styrène et undécane).

L'analyse du risque lié à une multi exposition a été abordée. Pour cela, les COV étudiés en priorité ont été choisis en fonction de leur caractère CMR, de leur présence réitérée sur les différents chantiers ainsi que de leur reconnaissance comme toxiques professionnels.

Selon ces critères, 16 substances ont été identifiées, classées en 4 groupes :

- **groupe 1 : les hydrocarbures aromatiques (arènes) ayant une toxicité sur le système nerveux central :** benzène, toluène, m-xylène, p-xylène, éthylbenzène, mésitylène, styrène, naphtalène ;

- **groupe 2 : les dérivés chloroalcanes agissant sur le système nerveux central :** chlorométhane, chlorure de méthylène, 1,2 dichloroéthane, 1,1,1 trichloroéthane. L'identification du chlorure de méthylène peut être expliquée en partie par la présence de décapants sur les vêtements de travail suite à des phases de décapage chimique ;

- **groupe 3 : les alcanes toxiques agissant sur le système nerveux périphérique :** hexane ;

- **groupe 4 : ceux pouvant avoir une toxicité sur le système nerveux central à très forte dose :** formaldéhyde, acétaldéhyde, acétone, butanol, 1,4 dioxane, cyclohexane.

A noter que ces substances peuvent avoir une toxicité spécifique, par exemple le formaldéhyde est classé 1 par le CIRC, l'acétaldéhyde et le 1,4 dioxane sont classés 2B.

Les gaz de combustion du mélange air/propane, tels que le monoxyde de carbone ou le dioxyde de carbone, n'ont pu être prélevés du fait de la nécessité d'un matériel spécifique pour ce type de mesure.

Pour chacun des 4 groupes, les indices d'exposition se situent dans des seuils extrêmement bas (de l'ordre de  $10^{-2}$ ) très inférieurs à la valeur limite du mélange. Cela conforte l'hypothèse d'un risque cumulé relativement faible.

#### Conclusion

Cette étude est une première approche de l'exposition aux substances chimiques émises lors du décapage thermique. Les résultats montrent des indices d'exposition relativement faibles pour l'ensemble des substances qu'elles soient considérées individuellement ou par groupe d'organe cible. Néanmoins, les limites de cette étude sont notamment :

- la durée des temps de prélèvements et le nombre limité de chantiers qui ont pour conséquence une faible représentativité ;
- l'absence de mesure de l'air ambiant avant le début du décapage qui aurait permis de discriminer les polluants « environnementaux » des polluants liés à l'activité de décapage ;
- l'absence de données sur les conditions climatiques (en dehors de la température ambiante...) ;
- l'absence de mesures des gaz de combustion du mélange air/propane ;

- les limites de quantification de la technique d'analyse (notamment pour les aldéhydes).

En conséquence, des études complémentaires prenant en compte ces limites s'avèrent nécessaires afin de conforter cette première approche.

L'analyse du risque lié au décapage thermique est délicate notamment en raison de la diversité des substances présentes dans l'atmosphère de travail. La notion de multi exposition reste très complexe, relativement peu connue pour de nombreuses substances (effets additifs, antagonistes et potentialisateurs).

Il apparaîtrait souhaitable de déclencher des études plus approfondies permettant de confirmer et de compléter ces premiers résultats, quant à l'exposition réelle des opérateurs. Une biométrie intégrerait les autres voies de pénétration des polluants (voie percutanée) et les différences de fréquence respiratoire liées à l'activité réelle des opérateurs qui peuvent avoir un impact majeur sur la quantité de polluants inhalés.

#### BIBLIOGRAPHIE

*Source : communication personnelle avec Monsieur André Picot, Président de l'Association Toxicologie - CNAM ALTREX CHIMIE, analyse statistique de mesures d'hygiène industrielle, version 2.0.0, décembre 2008, INRS Stratégie d'évaluation de l'exposition et comparaison aux valeurs limites, Fiche A1/V01, 01/12/2005, INRS Métropol*

*Aide au diagnostic dépassement / non dépassement de la VLEP dans l'évaluation de l'exposition professionnelle, Fiche A3/V02, 15/12/2008*

## Etude de l'exposition liée au décapage chimique des façades.<sup>◇</sup>

**Dr P. ROLLIN - E. DELÈTRE - R. CADOT**

Chez les peintres en bâtiment, l'utilisation des décapants chimiques principalement composés de dichlorométhane, solvant suspecté cancérigène (Union Européenne C3 et CIRC 2B), et de méthanol, est très fréquente et souvent banalisée par les opérateurs. Le groupe de travail pluridisciplinaire de BTP Santé Prévention Centre-Est a décidé d'évaluer l'exposition des façadiers à ces deux polluants, lors de l'opération de décapage chimique de Revêtements Plastiques Epais (RPE) par métrologie atmosphérique et biométrie. Cette étude est issue du terrain, avec toutes les contraintes matérielles et organisationnelles liées au BTP. Elle vise un double objectif :

- Diagnostiquer le dépassement ou non de la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle. Ces valeurs limites étant des objectifs minimums de prévention.
- Mettre en commun nos résultats afin que le médecin du travail et l'Intervenant en Prévention des Risques Professionnels (IPRP) puissent les exploiter sur le terrain.

### **Présentation de l'étude et méthodologie**

L'ensemble de la métrologie a été réalisé par le laboratoire de toxicologie professionnelle et environnementale de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail (IUMT) de Lyon du Professeur Bergeret, mené par Mr R. Cadot, de juillet 2007 à septembre 2008.

#### Organisation de l'étude :

- Participation de trois entreprises volontaires, réparties sur dix chantiers de décapage de façade (surfaces planes, loggias, balcons, fenêtres, escaliers).
- Prélèvements effectués sur la demi-journée après-midi, sur 22 opérateurs ayant décapé le matin. Activité en binôme, application manuelle du décapant chimique par rouleau ou pinceau, puis opération de grattage avec spatule après 5 à 15 minutes d'imprégnation.

#### Identification des décapants chimiques d'après les Fiches de Données de Sécurité :

	Etat	Composition	
		dichlorométhane (DCM)	méthanol
Produit 1	Gel	> 1%	< 3%
Produit 2	Gel	80 à 90%	5 à 10%
Produit 3	Gel	75 à 90%	3 à 10%

#### Contraintes de l'étude :

- organisationnelles et climatiques : difficultés d'orchestrer un chantier de décapage (malgré la participation active des entreprises) avec des conditions climatiques satisfaisantes (déterminées à l'origine, température haute et absence de vent) et une disponibilité immédiate du laboratoire pour la prise de mesures ;
- économiques : budget limité.

<sup>◇</sup> Dr P. ROLLIN, SIST BTP 71, 810 chemin des Luminaires 71850 Charnay Les Macon  
E. DELÈTRE, BTP Santé Prévention, 55 avenue Galline 69100 Villeurbanne [deletre@btpsanteprevention.fr](mailto:deletre@btpsanteprevention.fr)  
R. CADOT, Toxicologie Professionnelle et Environnementale, 5 place d'Arsonval 69437 Lyon Cedex

## Méthodologie des prélèvements :

*Prélèvements atmosphériques* : captages atmosphériques actifs individuels fixés au voisinage des voies respiratoires, avec prélèvement du DCM sur l'une des pompes (filtre charbon) et du méthanol sur l'autre (capture sur silice) sur de longues durées. Analyse en laboratoire par chromatographie en phase gazeuse CPG-FID (selon méthode INRS Metropol 016 039).

Captages atmosphériques de courte durée (5 à 15 minutes) recueillis sur ballonnet, au contact des opérateurs pendant leur travail. Analyse par chromatographe portable en phase gazeuse.

*Biométrie* : prélèvements d'air de fin d'expiration en fin de poste de travail (à 10 et 20 minutes). Prélèvements urinaires immédiatement en fin de poste dans des flacons étanches réfrigérés avec bouchon en téflon.

## **Interprétation des résultats**

- **METHANOL** : VME = 200 ppm , VLE (ou VLCT )=1000ppm  
IBE = 15 mg/l en fin de poste

Les taux atmosphériques et urinaires du méthanol sont tous inférieurs au seuil détectable de la méthode, sauf pour un chantier (exposition en deçà de la VME 34ppm et méthanol urinaire à 8,1mg/l).

- **DICHLOROMETHANE** : VME = 50 ppm, VLE (ou VLCT) = 100ppm  
IBE < 0,3 mg /l urine en fin de poste (exposition à 50 ppm)

Concentration du DCM dans l'air expiré = 15ppm en fin de poste de travail (exposition à 50 ppm)

Sur les chantiers considérés, les taux atmosphériques obtenus dépassent la Valeur limite de Moyenne d'Exposition (VME) pour 6 prélèvements (pour les concentrations mesurées autant que pour les concentrations pondérées) ; ils restent majeurs pour l'autre moitié des prélèvements (de 30 à 46 ppm).

Les Valeurs Limite d'Exposition à Court Terme ont toutes été dépassées (à l'exception d'un chantier : 87 ppm). La teneur en DCM dans l'air expiré de chaque opérateur sur ces chantiers se situe au-delà des 15 ppm recommandé en fin de poste de travail.

En conformité avec la circulaire DRT n°12 du 24 mai 2006 et la Norme EN 689, les mesures d'exposition au DCM (VME) ont été analysées via le logiciel ALTREX développé par l'INRS.

La norme EN689 définit une approche probabiliste qui compare la valeur estimée de la probabilité de dépassement à deux seuils conventionnels :

- probabilité estimée  $\leq$  à 0,1% → situation d'exposition inférieure à la VLEP ;
- probabilité estimée  $\geq$  à 5% → situation d'exposition supérieure à la VLEP ;
- $0,1 < \text{Probabilité estimée} < 5\%$  → l'exposition "semble" inférieure à la VLEP, mais à confirmer par des mesurages périodiques.

L'objectif est de vérifier la conformité de l'exposition des opérateurs en référence à la VME du DCM. Les mesures concernent les décapeurs, Groupe d'Exposition Homogène (GEH) défini a priori. Deux sous-GEH ont été déterminés à savoir le décapage des façades effectué par vent nul et celui effectué par vent variable. Ces deux sous-GEH suivent une loi log-normale, leur hypothèse d'homogénéité est acceptée ainsi que la variabilité de leurs mesures.

En fonction des prélèvements obtenus, il a été décidé d'analyser les exposition au DCM à partir des concentrations mesurées sur la durée réelle du travail, et non à partir des concentrations pondérées : la disparité de la tâche, les situations de travail différentes selon le chantier, et la classification CMR du DCM ont motivé ce choix.

#### **Décapage des façades par vent nul :**

Le nombre de mesures de l'exposition concernant ce GEH est de 6, réparties sur 3 chantiers. L'écart type géométrique obtenu est de 1,25, confirmant la non dispersion des mesures d'exposition au DCM. La probabilité de dépassement de la valeur limite est de 100% (intervalle de confiance : 99 à 100%). Cette probabilité estimée est bien supérieure à 5% : les opérateurs sont soumis à une exposition au dessus de la VME lors du décapage de façades par absence de vent. En conséquence, il semble nécessaire de mettre en œuvre des mesures de prévention conformes aux principes généraux de prévention.

Dans le cas particulier de cette étude, différentes variables environnementales caractérisent les chantiers (température atmosphérique, quantité du produit, type de produit et surface traitée). Ces dernières n'influenceraient pas les mesures d'exposition obtenues à l'exception de la quantité de produit. L'étude n'ayant pas été dimensionnée pour déterminer correctement l'influence de ces variables, ces hypothèses sont à vérifier par d'autres prélèvements.

#### **Décapage des façades par vent variable (vent faible à vent fort) :**

Le nombre de mesures de l'exposition concernant ce GEH est de 6, réparties sur 3 autres chantiers. L'écart type géométrique obtenu est de 1,27. La probabilité de dépassement de la valeur limite est de 40%. Il y a 40% de chances d'être en situation de dépassement de la VME sur un chantier exposé à un vent variable (intervalle de confiance dans la zone de dépassement : 18 à 68%). Cela signifie qu'il y a dépassement de la valeur admissible pendant 120 jours sur 300 travaillés dans l'année. De plus, le 5<sup>ème</sup> percentile se situant à 32 ppm, il y a 95 jours sur 100 jours travaillés où les opérateurs sont exposés entre 32 ppm et 50 ppm.

Les opérateurs sont aussi soumis à une exposition au dessus (ou très proche) de la valeur réglementaire pendant le décapage de façades par vent variable ; là encore, il s'avère nécessaire de mettre en œuvre des mesures de prévention conformes aux principes généraux de prévention.

Les différentes variables environnementales qui caractérisent ces chantiers influenceraient les mesures d'exposition. Ces hypothèses sont à confirmer, cette étude étant une observation de terrain non effectuée dans des conditions expérimentales.

#### **Situation de dépassement, préconisations :**

L'employeur tient une liste actualisée des opérateurs exposés aux Agents Chimiques Dangereux (ACD), notamment les CMR de catégorie 3 (code du travail R. 4412-40) lorsque ces derniers sont exposés au-delà d'un seuil qualifié de faible. Pour chacun d'eux, il organise la traçabilité de leur exposition, formalisée dans la fiche individuelle d'exposition, et par la délivrance d'une attestation remise au salarié lors de son départ de l'entreprise. Une copie de cette fiche est conservée dans le dossier médical (R. 4412-54). Le dépassement de la VLEP d'un ACD justifie la notion de risque non faible et oblige l'employeur à mettre en place des mesures de prévention. Dans un premier temps, il diminue le risque si cela est possible. Par exemple par la recherche d'un produit moins dangereux ou un procédé de travail moins nocif. L'employeur peut justifier le choix d'autres mesures de prévention qu'il estime au moins équivalentes à la substitution en fonction de la nature de son

activité et de son évaluation des risques. La mise en place d'équipements de protection collective est étudiée ; et, en dernier lieu, celle de protections individuelles.

### **Mutualisation des connaissances**

Il existe plusieurs approches définies par l'INRS pour exploiter les prélèvements effectués sur le terrain afin de diagnostiquer le dépassement de la valeur limite d'exposition. Une de ces méthodes est l'approche conventionnelle qui utilise les tableaux 2 et 3 de la fiche Metropol A3. La probabilité de dépassement est déterminée par la fraction de la valeur limite à ne pas dépasser en fonction du nombre de mesures réalisées et de l'écart type géométrique choisi. Dans cette étude, l'écart type géométrique est de 1,25 en l'absence de vent et de 1,27 en présence de vent. L'intérêt de ces résultats est de pouvoir utiliser ces tableaux avec l'écart type géométrique de 1,5 (majoré par prévention), au lieu de 2 choisi par défaut, afin de conforter le travail de métrologie réalisé par le service de santé

Mais, le médecin peut aussi justifier de l'exposition "décapeur chimique de façade" sans faire de métrologie puisque l'opérateur se trouve dans des conditions de probabilité de dépassement de la valeur admissible dans tous les cas ( $P > 100\%$  dans le cas de vent nul ;  $P > 40\%$  dans le cas de vent variable).

Grands remerciements à :

Mr Robert Cadot pour la réalisation et l'analyse des prélèvements.

Mme Catherine Barat, SMIA de l'Anjou, pour sa disponibilité et l'aide apportée dans l'interprétation de cette étude.

### **Bibliographie**

- Logiciel ALTREX, INRS
- *ALTREX CHIMIE, analyse statistique de mesures d'hygiène industrielle*, version 2.0.0, décembre 2008, INRS
- *Stratégie d'évaluation de l'exposition et comparaison aux valeurs limites*, Fiche A1/V01, 01/12/2005, INRS Metropol
- *Aide au diagnostic dépassement / non-dépassement de la VLEP dans l'évaluation de l'exposition professionnelle*, Fiche A3/V02, 15/12/2008
- *Approche quantitative, Métrologie des polluants*, Xavier Cuny, Catherine BARAT, 20/12/2007.
- *Toxicologie industrielle intoxications professionnelles*, R. Lauwerys, 5<sup>ème</sup> éd, MASSON
- *Pathologie toxique professionnelle & environnementale*, F. Testud, éd ESKA
- *BIOTOX Dichlorométhane*, INRS, mise à jour septembre 2008
- *BIOTOX Méthanol*, INRS, mise à jour septembre 2008
- *Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France*, INRS, ED 984

## Evaluation de l'exposition à la N-Méthyl-2-Pyrrolidone, apport de la biométrieologie.<sup>◊</sup>

### D. BEAUMONT - B. COSSEC - F. MERAT - M. LECOSSEC - P. E. LOSFELT

De nombreux ouvrages d'art entrent actuellement en phase de rénovation, un traitement anti-corrosion avec décapage et recouvrement des structures s'avérant nécessaire. Ces chantiers difficiles demandent bien souvent un suivi renforcé.

L'étude porte sur un chantier de rénovation d'un pont. Plutôt que le sablage ou le décapage avec un produit à base de dichlorométhane, c'est un produit contenant 20% de N-Méthyl-Pyrrolidone (NMP) qui a été retenu pour le retrait des peintures. Cet agent chimique largement utilisé sera prochainement classé reprotoxique de catégorie 2 par la Commission européenne.

**Objectifs** : L'étude vise à évaluer les expositions à la NMP des opérateurs chargés du décapage chimique en intégrant le dosage des métabolites de la NMP dans leurs urines, pour contribuer à l'évaluation des risques et à la mise en oeuvre d'une prévention adaptée.

**Matériel et Méthodes** : Une équipe pluridisciplinaire CRAMIF, INRS et Médecin du Travail a mené cette étude, avec la collaboration du Centre de Consultation de Pathologie Professionnelle de l'Hôpital Fernand Widal, et la participation active de l'entreprise.

Des données sur les tâches, les signes fonctionnels en lien avec l'exposition et les EPI portés ont été recueillies auprès de tous les salariés du chantier, et associées à des mesures métrologiques et bio-métrologiques avec dosage de la NMP atmosphérique et des métabolites urinaires de la NMP sur les trois jours de l'enquête.

**Résultats** : 13 salariés étaient présents sur le chantier. L'application du décapant à la brosse pour 4 opérateurs et le raclage à la spatule du mélange décapant-peinture pour 10 opérateurs représentaient les tâches les plus fréquentes, suivies de tâches plus intermittentes comme l'ensachage, le transport des sacs, le nettoyage des outils au diluant et l'approvisionnement du chantier. 9 des 11 salariés interrogés ont décrits des signes fonctionnels en rapport avec l'exposition à la NMP, sans que ces signes ne soient spécifiques : signes d'irritation cutanée, ORL, pulmonaire ou oculaire, signes neurologiques.

Les concentrations atmosphériques de NMP retrouvées sont basses, très inférieures à la valeur guide disponible (valeur guide allemande MAK : 82,3 mg/m<sup>3</sup>, valeurs moyennes mesurées pour les trois jours de recueil respectivement de 8,1, 6,9, 10,3 mg/m<sup>3</sup>).

Pour autant, le dosage des métabolites urinaires a mis en évidence une contamination de tous les salariés : la moyenne des valeurs de 2-HNMS (2-hydroxy-N-Methylsuccinimide) mesurées chaque jour en fin de poste pour l'ensemble des salariés testés est respectivement de 4,5, 6,3 et 9 mg/g de créatinine. Les concentrations urinaires en métabolites de la NMP sont plus élevées que celles attendues au vu des concentrations

<sup>◊</sup> Docteur Dominique Beaumont

Conseiller médical, CRAMIF, 17 place d'Argonne 75019 Paris

Tel 01 40 05 38 58 - 06 86 27 29 89

[dominique.beaumont@cramif.cnamts.fr](mailto:dominique.beaumont@cramif.cnamts.fr)

Décapage des ouvrages d'art. Evaluation de l'exposition à la N-Méthyl-2 Pyrrolidone et apport de la biométrieologie pour le suivi des salariés. Résultats d'une étude de terrain.

D.Beaumont<sup>1</sup>, B.Cossec<sup>2</sup>, F.Mérat<sup>1</sup>, M. Lecossec<sup>1</sup>, P. E. Losfelt<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>CRAMIF, <sup>2</sup>INRS, <sup>3</sup>APST-BPT -RP

atmosphériques en NMP mesurées et du port des protections respiratoires (valeurs attendues de 2-HNMS urinaire de 4,8, 4 et 5,8 mg/g avec les concentrations atmosphériques retrouvées). Ces niveaux d'excrétion urinaire ne peuvent s'expliquer que par une contamination cutanée.

**Conclusion** : Ce travail pluridisciplinaire et en coopération fournit une évaluation des risques documentée pour ce type de chantier, où les risques et les expositions sont élevés et encore peu tracés.

L'étude met en évidence l'importance du passage transcutané de la NMP. Les mesures de prévention devront intégrer cette dimension, en particulier pour le choix des gants, des combinaisons et l'hygiène générale du chantier.

Elle illustre l'intérêt du suivi bio-métrologique des salariés exposés pour évaluer les différentes voies de contamination et suivre l'efficacité des mesures de prévention.

## BIBLIOGRAPHIE

ACGIH - 2007 TLVs and BEIs. Threshold limit values for chemical substances and physical agents. Biological exposure indices.

Akesson B, Jonsson BA. Biological monitoring of N-methyl-2-pyrrolidone using 5-hydroxy-N-methyl-2-pyrrolidone in plasma and urine as the biomarker. *Scand J Work Environ Health*. 2000 Jun, 26(3): 213-8.

Bader M, Keener SA, Wrbitzky R. Dermal absorption and urinary elimination of N-methyl-2-pyrrolidone. *Int Arch Occup Environ Health*. 2005 Sep, 78(8): 673-6. Epub 2005 Oct 12.

Banque de données Biotox. Consultable sur le site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

Concise International Chemical. Assessment Document 34. N-METHYL-2-PYRROLIDONE. World Health Organisation, Genève, 2001.

Lauwerys RR, Hoet P. N-methyl-2-pyrrolidone. In: LAUWERYS RR, HOET P. Industrial chemical exposure: Guidelines for biological monitoring, 3th ed. Boca Raton, Lewis publishers. 2001: pp.559-567.

Les solvants particuliers. Fiche solvants. ED 4229. INRS, 2004 Consultable sur le site de [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

N-Méthyl-2-pyrrolidone. Fiche Toxicologique 213. INRS, 2005. Consultable sur le site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)



## Huiles et HAP<sup>◇</sup>

**Catherine CHAMPMARTIN**

La thématique « huiles et HAP » concerne les utilisateurs de fluides de coupe, en particulier d'huiles minérales. D'autres opérateurs plus spécifiques du BTP, comme les maçons boiseurs, les coffreurs ... utilisent des huiles de décoffrage (huiles minérales, synthétiques ou végétales) pour faciliter le démoulage du béton. Les huiles de base utilisées dans la formulation des huiles minérales neuves sont issues de la distillation du pétrole. Elles sont constituées de mélanges d'hydrocarbures parmi lesquels les HAP (Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques), famille de composés chimiques présentant deux à plus de sept cycles aromatiques. Certains HAP sont classés cancérigènes, leur principal représentant étant le benzo[a]pyrène (BaP), classé C2 par la CEE et depuis peu classé cancérigène de classe 1 par le CIRC.

Parmi les huiles minérales mises sur le marché, on peut trouver des huiles neuves ou des huiles recyclées. Dans une huile de base, la teneur en BaP dépend de la sévérité du raffinage du distillat pétrolier, pour des huiles hautement raffinées, elle est de quelques µg/kg. En revanche, elle peut être importante dans les huiles usagées recyclées.

L'exposition professionnelle à ces huiles peut se produire par inhalation (présence de brouillards d'huiles) et/ou par contact cutané direct ou indirect suite à l'imprégnation des vêtements.

Les pathologies induites sont diverses : affections cutanées, respiratoires, cancers... Le risque cancérigène est évalué par la détermination de la teneur en BaP dans les brouillards d'huiles par des prélèvements atmosphériques, et dans les huiles minérales correspondantes.

En fait, le peu de données sur les expositions aux HAP passées et actuelles, en particulier pour les opérations de décoffrage sur les chantiers de BTP ne permet pas d'avoir une vision précise sur les risques réellement encourus.

Néanmoins, des mesures de prévention ont été engagées tout au long de ces 30 dernières années pour réduire ces expositions :

- utilisation de plus en plus fréquente d'huiles sévèrement raffinées,
- proposition de substitution des huiles minérales par des huiles végétales et synthétiques pour le décoffrage,
- instauration de règles d'hygiène plus contraignantes et évolutions techniques mécaniques pour l'usage,
- proposition d'améliorations techniques pour le décoffrage...

Cependant la plupart de ces mesures, collectives et individuelles ne sont pas toujours observées, ce qui invite à un rappel des bonnes pratiques aux utilisateurs.

---

<sup>◇</sup> Catherine CHAMPMARTIN  
INRS, 1 rue du Morvan, 54519 Vandoeuvre cedex  
[catherine.champmartin@inrs.fr](mailto:catherine.champmartin@inrs.fr)

## Quelques exemples de substitution réussie dans le BTP.<sup>◇</sup>

### Dominique PAYEN

La démarche de substitution demeure l'un des piliers de la prévention du risque chimique, le remplacement de produits chimiques dangereux par des produits moins dangereux ou non dangereux permet de limiter le risque à la source, voire de le supprimer.

Dans les activités du BTP, la substitution s'avère complexe à mettre en œuvre selon les chantiers en raison de la variabilité des paramètres (conditions météo, nature des supports, mode opératoire, ...).

Cela nécessite fréquemment des essais préalables pour la sélection des produits et une adaptation des modes opératoires ainsi que des habitudes de terrain.

Nous allons passer en revue quelques exemples de substitution réussie dans le BTP (chantiers/ateliers) :

- décapage de peintures avec produits aqueux (DBE) de divers supports (métaux, bois),
- nettoyage d'engins de chantier TP souillés par du bitume avec des solvants 100 % végétaux (colza, soja) en remplacement du gas-oil,
- décapage de peintures de façade avec produits aqueux ou végétaux en remplacement de solvant chloré,
- décapage de colle bitume amiantée sur dallage béton avec solvant 100 % végétal en remplacement d'un procédé mécanique (bruit, vibrations, poussières).

Un cahier des charges préalable devra être établi par le chef d'entreprise avec l'aide du médecin du travail et de l'OPPBTP, avant de consulter son fournisseur de produits. Par exemple, pour la recherche d'un produit de substitution lors du décapage de peintures, les points suivants devront être abordés :

1. nature de décapant souhaitée: en phase aqueuse ou végétale
2. nature du chantier: intérieur atelier, chantier extérieur
3. matériau à décapier: peinture organique, revêtement ciment, ragréage, enduit
4. épaisseur et nombre de couches à décapier
5. nature du support: béton, plâtre, bois, métal
6. mode application du décapant: manuel, mécanique
7. température de mise en œuvre du décapant: ambiante, à chaud, à froid.

#### ❖ **Décapage de peintures en atelier avec produits aqueux dans une entreprise artisanale**

Une entreprise artisanale de peintures (10 personnes) de la CAPEB a installé une station de décapage « écologique » en atelier ; cette station utilise un décapant aqueux (DBE : dibasique ester) et permet de décapier toute sorte de pièces et supports : objets en bois, volets, portes, huisseries, pièces métalliques, portails, radiateurs, pièces composites, portes vitrées ; ce procédé remplace les procédés chimiques utilisant des solvants chlorés.

<sup>◇</sup> Dominique PAYEN - OPPBTP- Chef de projet - Chimie-Environnement.  
OPPBTP - Comité National 25 avenue du Général Leclerc - 92660 Boulogne-Billancourt  
[dominique.payen@oppbtp.fr](mailto:dominique.payen@oppbtp.fr)

La station de décapage comprend un bac de décapage permettant une double circulation du décapant aqueux et une filtration des résidus de décapage.

L'installation est équipée d'un palan permettant de tremper automatiquement les pièces dans le bac de décapage, améliorant ainsi les conditions de travail des opérateurs.

Ce procédé permet le décapage des peintures après 30 minutes de trempage, tout en respectant l'intégrité des supports (exemple : pour le bois, pas de destruction des films tendres).

Enfin, la remise en peinture des pièces peut-être effectuée 1 à 2 jours après séchage.

#### ❖ **Nettoyage d'engins de chantier TP souillés par du bitume**

Jusqu'à présent, dans les travaux routiers (application d'enrobés bitumineux), les entreprises routières utilisaient des solvants pétroliers et/ou carburants pour le nettoyage des engins de chantier (finisseurs, cuves à enrobés...).

Depuis quelque temps, dans un souci de prise en compte de la santé des opérateurs et de préservation de l'environnement, de nouveaux produits d'origine végétale ont fait leur apparition pour ce type d'application. Il s'agit de produits issus de l'agrochimie, tels que ester méthylique de soja, de colza ou de tournesol ; ces produits 100% d'origine végétale sont mis en oeuvre par pulvérisation et remplacent avantageusement les solvants pétroliers.

#### ❖ **Décapage de revêtements de façade.**

Actuellement, pour le décapage de façade (peinture, enduits, RPE), les produits disponibles contiennent du dichlorométhane (cancérogène suspecté, interdiction en vue par l'UE) et du méthanol (toxique).

Des produits de substitution font peu à peu leur apparition pour ce type de travaux : produits aqueux (D.B.E.), produits d'origine végétale (colza, soja, tournesol).

La difficulté réside dans l'hétérogénéité des surfaces à décaper : épaisseurs et nombre de couches de peintures, nature différente des couches : revêtements organiques, minéraux, ragréages.

Généralement , ces nouveaux produits agissent plus lentement que les solvants usuels, ce qui nécessite de nouvelles organisations de chantier.

#### ❖ **Retrait de colle bitume amiante sur dallage de béton.**

Actuellement, ces travaux sont souvent réalisés par méthode mécanique (grenailage, rabotage) générant plusieurs risques concomitants (risque poussières : amiante , silice, bruit, vibrations).

La substitution du mode opératoire « mécanique » par un mode opératoire « chimique » permet pratiquement d'éliminer le risque « physique » (bruit, vibrations) tout en maintenant le risque « chimique » à un niveau faible (empoussièrement amiante négligeable) sous réserve d'utiliser des produits 100% d'origine végétale.

Les produits de décapage utilisés sont les esters méthyliques de colza, soja ou tournesol. Ils sont appliqués par épandage ou arrosage pour permettre la pénétration du support, après un certain temps d'action, et application d'un absorbant minéral, les boues issues du décapage peuvent être collectées à l'aide d'outils adaptés (pelles munies de manches télescopiques) et conditionnées comme déchets amiantés.

## RÉSUMÉ

La démarche de substitution demeure l'un des piliers de la prévention du risque chimique, le remplacement de produits chimiques dangereux par des produits moins dangereux ou non dangereux permet de limiter le risque à la source, voire de le supprimer.

Dans les activités du BTP, la substitution s'avère complexe à mettre en œuvre selon les chantiers en raison de la variabilité des paramètres (conditions météo, nature des supports, mode opératoire ...). Cela nécessite fréquemment des essais préalables pour la sélection des produits et une adaptation des modes opératoires ainsi que des habitudes de terrain.

Nous allons passer en revue quelques exemples de substitution réussie dans le BTP (chantiers/ateliers) :

- décapage avec produits aqueux (DBE) de divers supports (métaux, bois),
- nettoyage d'engins de chantier TP, souillés par du bitume, avec des solvants 100 % végétaux (colza, soja) en remplacement du gas-oil,
- décapage de peintures de façade avec produits aqueux ou végétaux en remplacement de solvant chloré,
- décapage de colle bitume amiantée sur dallage béton avec solvant 100 % végétal en remplacement d'un procédé mécanique (bruit, vibrations, poussières).

## REACH, le médecin du travail est-il concerné ? <sup>◇</sup>

Henri BASTOS

### Contexte de l'émergence d'une nouvelle réglementation sur les substances chimiques

Une réflexion entre les états membres et la commission européenne initiée à la fin des années 90 a montré les limites du système européen d'évaluation et de contrôle des produits chimiques, liées notamment au manque de données sur les substances existantes ou bien encore à la surcharge de travail des autorités publiques qui avaient la charge de l'évaluation.

Cette réflexion a conduit la commission européenne à proposer en 2001 un nouveau cadre réglementaire européen sur le contrôle des produits chimiques initiant, dès lors, une période d'intenses et vifs débats entre les différentes parties prenantes de près de 7 ans qui illustrent bien les enjeux d'une telle réforme.

### Le règlement REACH

Le règlement REACH est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juin 2007. Son objectif est d'améliorer la protection de la santé humaine et de l'environnement, tout en maintenant la compétitivité et en renforçant l'esprit d'innovation de l'industrie chimique européenne. Il constitue une véritable refonte du système réglementaire européen en remplaçant un système complexe et peu lisible, composé d'une quarantaine de directives qui seront abrogées ou modifiées.

REACH vise une meilleure connaissance des effets des substances chimiques sur la santé humaine et sur l'environnement pour une gestion efficace des risques liés à l'utilisation de ces produits. Il tend à la substitution progressive, dans l'Union européenne, des substances chimiques les plus dangereuses, en particulier les substances très préoccupantes comme les cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction.

Pour cela, le règlement prévoit plusieurs dispositions et obligations à l'encontre des producteurs, importateurs et utilisateurs de substances chimiques.

Il appartient dorénavant à l'industriel producteur ou importateur de substances chimique de démontrer que l'utilisation de sa substance peut se faire sans risques pour la santé humaine ou pour l'environnement : REACH introduit le renversement de la charge de la preuve des autorités publiques vers les industriels producteurs ou importateurs de substances chimiques.

Ainsi, pour continuer à mettre sur le marché des substances chimiques produites en quantité égale ou supérieure à une tonne par an, les producteurs ou importateurs de la substance devront procéder à l'enregistrement de celles-ci. Cela signifie qu'ils devront fournir un certain nombre d'informations sur la fabrication, les usages identifiés et les propriétés toxicologiques et écotoxicologiques de leurs substances sans quoi, ils ne pourront plus mettre leur substance sur le marché, c'est le principe : « pas de données, pas de marché ». Le niveau d'exigences en matière d'informations à fournir augmente en fonction du tonnage des

---

<sup>◇</sup> Henri BASTOS  
AFSSET

substances mises sur le marché. Cette obligation devrait concerner au moins 30000 substances qui doivent être enregistrées de manière échelonnée jusqu'en juin 2018.

Au-delà d'une quantité égale ou supérieure à 10 tonnes mise sur le marché, le producteur ou l'importateur de la substance devra en plus fournir un rapport sur la sécurité chimique, c'est-à-dire une évaluation des risques assortie, le cas échéant, de propositions des mesures de gestion des risques adéquates pour garantir la sécurité des personnes et de l'environnement.

REACH favorise la communication des informations disponibles et pertinentes sur les substances et les recommandations concernant les mesures de gestion des risques le long de la chaîne d'approvisionnement, pour éviter les effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Ces informations sont communiquées à travers les fiches de données de sécurité (FDS) dans lesquelles REACH prévoit que figurent les scénarios d'exposition (usages et mesures à prendre pour éviter les risques) pour lesquels les substances ont été enregistrées. De même, lorsqu'il existe une évaluation des risques, les DNELs (derived no effect level) pour chaque scénario d'exposition devront figurer dans la FDS et pourront être utilisées par le gestionnaire de risque en tant que valeurs limites d'exposition professionnelle.

Parmi les dispositions importantes prévues dans le règlement REACH, figure également la création d'une agence européenne des produits chimiques (AEPC), basée à Helsinki, dont le rôle est d'assurer la mise en œuvre, la gestion et la coordination administrative, scientifique et technique du système. C'est elle qui effectuera des contrôles de la qualité et de la conformité des dossiers d'enregistrement pour vérifier si les informations appropriées sont disponibles dans les dossiers d'enregistrement et présentées de manière adéquate. Le déclarant peut ainsi être invité à fournir des informations complémentaires si nécessaire.

REACH prévoit une évaluation approfondie des substances pour lesquelles il existe un doute dans le but de le lever ou de le confirmer, en permettant, le cas échéant, de demander des informations supplémentaires à l'industriel déclarant. Les évaluations sont alors menées sur la base du volontariat par les états membres et peuvent conduire, en fonction des conclusions, à des mesures de gestion des risques comme l'autorisation, la restriction ou la classification et l'étiquetage harmonisé.

La procédure d'autorisation vise à garantir une utilisation maîtrisée des risques résultant des substances chimiques les plus préoccupantes et d'aboutir progressivement à leur remplacement par d'autres substances ou technologies appropriées. Cette mesure s'applique, sans limite de tonnage aux substances très préoccupantes, c'est-à-dire les cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction de catégorie 1 et 2, les substances persistantes, bioaccumulables et toxiques (PBT), les substances très persistantes et très bioaccumulables (vPvB) et, par extension, à toute substance qui suscite un niveau de préoccupation équivalent aux CMR ou PBT/vPvB, on citera par exemple les perturbateurs endocriniens.

La demande d'autorisation, qui doit comporter un certain nombre d'éléments dont notamment une analyse des substances ou technologies de substitution existantes ou, le cas échéant un plan de substitution, doit être déposée auprès de l'agence européenne. Les autorisations seront accordées pour une durée limitée pour une utilisation donnée s'il est démontré que les risques liés à l'utilisation de la substance sont valablement maîtrisés ou, dans le cas contraire et en l'absence de substances ou technologies alternatives plus sûres, les avantages socio-économiques sont supérieurs au risque identifié.

Enfin, la procédure de restriction constitue le « filet de sécurité » du système mis en place par le règlement REACH car elle permet aux états membres ou à la Commission Européenne d'intervenir pour proposer des mesures de gestion des risques pour toute substance, sans condition de tonnage, dès lors qu'ils estiment que la mise sur le marché ou l'utilisation de cette substance entraîne un risque qui n'est pas valablement maîtrisé.

L'état membre ou la commission fait part de ces mesures, pouvant aller jusqu'à proposer l'interdiction pure et simple de la production et de l'utilisation de la substance, dans le cadre d'un dossier de proposition de restriction, qui doit contenir et prendre en compte les informations concernant les possibilités de remplacement, l'impact socio-économique des mesures proposées et la consultation des parties intéressées.

L'octroi des autorisations et les décisions en matière de restriction seront adoptés dans le cadre d'une procédure de comitologie réunissant les différents états membres et présidée par la Commission européenne. Ces décisions seront prises en tenant compte de l'avis des comités d'évaluation des risques et d'analyse socio-économique de l'agence européenne.

### **Impact sanitaires et socio-économiques**

L'apport principal du règlement REAH réside dans la production et l'exploitation de connaissances sur les substances chimiques grâce à la procédure d'enregistrement. Le principe de transparence du système conduira notamment l'agence européenne des produits chimiques à rendre publique un certain nombre d'informations relatives aux dangers, aux usages, expositions et risques des produits chimiques. C'est avant tout à l'intérieur de la chaîne d'approvisionnement que REACH favorise la transmission de ces informations capitales via les FDS pour une meilleure prévention et gestion des risques chimiques. La procédure d'autorisation devrait s'avérer être un outil efficace pour favoriser le remplacement progressif des substances les plus préoccupantes. Il est important de souligner que cette nouvelle réglementation s'applique sans préjudice des directives sur la protection des travailleurs exposés aux substances chimiques dangereuses (Dir. 89/391, Dir. 98/24, Dir. 2004/37). Les informations générées par le règlement devraient augmenter l'effectivité de l'application de ces directives. Quelques études ont essayé de chiffrer ces impacts aussi bien en termes de bénéfices pour la santé humaine que de coûts générés par l'entrée en vigueur de REACH. Ainsi, une étude d'impact économique de la Commission européenne a estimé en 2003 que l'application de REACH pourrait permettre d'éviter de l'ordre de 4500 décès d'origine professionnelle dus aux produits chimiques par an. Les bénéfices pour la santé humaine induits par REACH (coûts évités) seraient de l'ordre de 50 milliards d'euros sur 30 ans, qu'il faut comparer aux coûts économiques totaux (enregistrements, essais, redevances etc.) générés par le règlement : de 2,8 à 5,2 milliards. Une autre étude également commanditée par la Commission européenne corrobore ces estimations et fait état d'une réduction des coûts en matière de sécurité et santé au travail de l'ordre de 27 à 54 milliards d'euros sur 30 ans, coûts qui selon la même étude, pourraient être sous estimés. Enfin, l'étude plus récente de la confédération européenne des syndicats concernant l'impact de REACH sur les maladies respiratoires et de la peau prévoit que REACH pourrait éviter 50000 maladies respiratoires et 40000 maladies de la peau par an. Enfin, cette même étude estime les bénéfices (qualité de vie, gains de productivité, économie pour les systèmes de remboursement etc.) à 3,5 milliards et 91 milliards sur respectivement 10 et 30 ans.

## Le nouveau système de classification et d'étiquetage des produits chimiques.<sup>◇</sup>

**Annabel MAISON**

Dans le but de créer un système unique à l'échelle mondiale, le SGH ou Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques a été élaboré. Adopté par le Conseil économique et social des Nations unies, il a été publié, dans sa première version, en 2003. Cet ensemble de recommandations internationales définit des critères de classification des produits chimiques selon les dangers qu'ils présentent ainsi que des éléments harmonisés pour la communication de ces dangers (éléments figurant dans les fiches de données de sécurité et sur les étiquettes). Dans les secteurs du travail et de la consommation, c'est par le biais d'un règlement entré en vigueur le 20 janvier 2009, dit règlement CLP, que seront mises progressivement en application ces recommandations en Europe. Pendant plusieurs années, deux systèmes de classification et d'étiquetage (système préexistant basé sur des directives européennes et règlement CLP) vont coexister ce qui se traduira concrètement par l'existence sur le marché de deux types d'étiquettes de produits chimiques. Sauf dérogations, le nouveau système sera applicable de façon obligatoire aux substances au 1er décembre 2010 et aux mélanges au 1er juin 2015. Il peut néanmoins être appliqué avant ces dates butoirs. En 2015, le système préexistant sera abrogé.

Différents changements sont générés par la mise en oeuvre du nouveau règlement CLP en matière de terminologie, de définition des dangers, de critères de classification et d'étiquetage. La correspondance entre classification selon système préexistant et nouveau système n'est pas forcément directe. Sur les étiquettes, on note l'apparition des pictogrammes de danger en remplacement des symboles et indications de danger, des mentions d'avertissement, des mentions de danger en remplacement des phrases de risque, de nouveaux conseils de prudence. Si certains symboles sont conservés, ils ne sont pas forcément liés aux mêmes dangers. L'ensemble de ces évolutions réglementaires engendre de nombreuses conséquences pour les entreprises, qu'elles soient impliquées dans le commerce des produits chimiques ou simples utilisatrices.

Afin de préparer ces entreprises et l'ensemble des acteurs de la prévention à ces évolutions, l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) lance une campagne d'information et met à leur disposition de nombreux outils d'information sur son site Internet à l'adresse suivante : [www.inrs.fr/focus/nouveletiquetage.html](http://www.inrs.fr/focus/nouveletiquetage.html)

### **Le SGH, un système international**

Le SGH ou Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques est un ensemble de recommandations internationales qui ont été adoptées par le Conseil économique et social des Nations unies puis publiées, dans leur première version, en 2003. Ce système définit des classes de danger, des critères de classification des produits chimiques selon les différents dangers (dangers physiques, dangers pour la santé et pour l'environnement) qu'ils présentent. Le SGH décrit également des éléments pour la communication de ces dangers, à savoir des éléments à faire figurer sur l'étiquette et sur la fiche de données de sécurité. A l'origine du SGH, il y a plusieurs constats. Un certain nombre de pays ou d'organisations (comme l'Europe) ont élaboré des lois ou des règlements en matière de classification et d'étiquetage des produits

---

<sup>◇</sup> Annabel MAISON  
Institut national de recherche et de sécurité (INRS)  
30, rue Olivier Noyer 75680 PARIS Cedex 14  
[annabel.maison@inrs.fr](mailto:annabel.maison@inrs.fr)



chimiques qui requièrent la transmission d'informations sur les dangers de ces produits aux utilisateurs. Ces textes divergent, donnant notamment des définitions différentes d'un même danger et concourent ainsi, au niveau mondial, à l'existence d'étiquettes et de fiches de données de sécurité différentes pour un même produit chimique. Ces divergences obligent les entreprises engagées dans le commerce international des produits chimiques de se doter de nombreux experts. En effet, exportant ces produits aux quatre coins de la planète, elles doivent être au fait des législations des pays avec lesquels elles travaillent. Outre ce premier constat juridique, la complexité de mise au point et de mise à jour d'un système de classification et d'étiquetage explique l'absence de tels systèmes, encore de nos jours, dans certains pays. Face à l'importance du commerce international et à la nécessité de mise au point de programmes nationaux pour une utilisation en sécurité des produits chimiques est né le concept du SGH : harmoniser les systèmes de classification et d'étiquetage existants afin de créer un système unique à l'échelle mondiale couvrant la classification, l'étiquetage et les fiches de données de sécurité afférentes. Confiée à des organisations internationales, l'élaboration des recommandations du SGH a nécessité douze années de travail. Depuis 2003, le SGH est révisé périodiquement tous les deux ans.

### **En Europe, le règlement CLP**

L'Europe a décidé de participer activement à cette harmonisation mondiale en mettant en application les recommandations du SGH dans les différents secteurs d'activités : transport, milieu du travail et grande consommation. C'est sous la forme du règlement européen n°1272/2008 du 16 décembre 2008, dit règlement CLP, que va progressivement s'appliquer le SGH dans les secteurs du travail et de la consommation. Il est à noter que les prescriptions en matière de fiches de données de sécurité ont été intégrées dans le règlement européen n°1907/2006 du 18 décembre 2006 dit règlement REACH.

#### **➤ Les changements liés au règlement CLP**

Les changements engendrés par le règlement CLP ont notamment trait à la terminologie, à la définition des dangers, aux critères de classification et aux éléments d'étiquetage. Ainsi, on ne parle plus de « préparations » mais de « mélanges », de « catégories de danger » mais de « classes de danger ». Concernant la définition même de ces dangers, on passe de 15 catégories de danger définies par le système européen préexistant à 28 classes de danger.

On note également une réorganisation de certains dangers. Par exemple, les CMR (Cancérogènes, Mutagènes, Reprotoxiques) divisés en catégories 1, 2 et 3 sont réorganisés en catégories 1A, 1B et 2. D'importants changements impactent également les critères de classification des produits chimiques à savoir les méthodes d'essais pour certains dangers physiques, les méthodes de calcul de classification des mélanges, les seuils de classification ... Ainsi, un produit chimique actuellement classé très toxique selon sa toxicité aiguë par voie orale peut, sur la base de la valeur de DL50 (Dose Létale 50) déterminée expérimentalement, se retrouver dans la classe de danger de toxicité aiguë du règlement CLP en catégorie 1 ou 2. En conséquence, la correspondance entre classification selon système préexistant et nouveau système n'est pas toujours directe.

En matière d'étiquetage, de nombreuses modifications sont également opérées : nouveaux pictogrammes de danger, apparition de mentions d'avertissement (il s'agit des mots « DANGER » ou « ATTENTION »), remplacement des phrases de risques par les mentions de danger, nouveaux conseils de prudence... Si certains symboles sont conservés (« tête de mort sur deux tibias »), il est important de noter qu'ils ne sont pas forcément liés aux mêmes dangers.

### ➤ **Dates d'application du règlement CLP**

Le règlement CLP, entré en vigueur le 20 janvier 2009, prévoit une période de transition durant laquelle les deux systèmes de classification et d'étiquetage, préexistant et nouveau, coexisteront. Ceci se traduira concrètement par l'existence sur le marché de deux types d'étiquettes de produits chimiques pendant plusieurs années. Sauf dérogations, le nouveau système sera applicable de façon obligatoire aux substances au 1er décembre 2010 et aux mélanges au 1er juin 2015. Il peut néanmoins être appliqué avant ces dates butoirs. Dans ce cas, les deux classifications répondant aux systèmes préexistant et nouveau doivent être mentionnées dans la fiche de données de sécurité, et l'étiquette du produit chimique doit être réalisée selon les règles du règlement CLP (il n'y a donc pas de double étiquetage). Le système européen préexistant sera abrogé en 2015.

### ➤ **Les conséquences pour les entreprises**

Toute entreprise dans laquelle est manipulée un produit chimique est concernée par le nouveau règlement CLP. La nécessité de formation à la lecture des nouvelles étiquettes et des nouvelles classifications présentes dans les fiches de données de sécurité est générale. Les entreprises engagées dans le commerce des produits chimiques ont, en sus, différentes obligations vis-à-vis de cette nouvelle réglementation : mise à jour des étiquettes et des fiches de données de sécurité, notification d'informations concernant certaines substances auprès de l'Agence européenne des produits chimiques... Outre les conséquences en matière de classification et d'étiquetage, cette nouvelle réglementation aura des répercussions sur la réglementation dite « aval » c'est-à-dire la réglementation se référant ou s'appuyant sur la classification des produits chimiques, par exemple celle concernant les Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

### **La campagne d'information de l'INRS**

Afin d'alerter les entreprises et l'ensemble des acteurs de la prévention sur les évolutions en matière de classification et d'étiquetage des produits chimiques et de les aider à mettre en œuvre ces changements réglementaires, l'Institut national de recherche et de sécurité engage une campagne d'information et propose une série d'outils pratiques et complémentaires disponibles sur son site Internet à l'adresse suivante :

[www.inrs.fr/focus/nouveletiquetage.html](http://www.inrs.fr/focus/nouveletiquetage.html)

**Spécialité d'entreprise et spécificité du risque chimique :**  
**les métiers de la peinture.**<sup>◇</sup>

**A.POIRIER - S. CASTILLO-MONCADA - M-L. MEULEMAN - B. ARSON**

**Objectif**

La pratique de la médecine du travail dans le BTP montre que les expositions aux nuisances dans un même secteur d'activité dépendent fortement de la spécialisation de marché des entreprises. Celles-ci choisissent une stratégie de marché, parfois étroite (niches de marché), parfois plus diversifiée. Elles se spécialisent techniquement selon la nature des travaux. Ce que traduit par exemple la nomenclature Qualibat. Elles y adaptent leur taille, la qualification de leurs recrutements, la nature de leurs investissements, leur organisation (encadrement, maîtrise) et aussi leur territoire (activité locale ou en grands déplacements). Les conséquences de ces options se retrouvent dans les nuisances et notamment le risque chimique. De ce fait, celui-ci est différencié. L'objectif de ce travail est de préciser cette intuition et d'en montrer les implications pratiques en santé au travail.

**Méthode**

Le secteur retenu est la peinture du fait de la diversité du risque chimique qu'on y rencontre.

La première étape à consister à formaliser l'intuition initiale résultant de l'expertise liée à la pratique. Les éléments à analyser sont d'une part des facteurs socio-économiques :

- les marchés : publics, privés, particuliers ou collectifs;
- les secteurs d'activité : bâtiment (intérieur et ravalement), industrie et à l'intérieur de celle-ci, navale, sols en résine, cuves et réservoir en résines;
- la taille et la structure juridique de l'entreprise.

D'autre part la nature des produits et des procédés particuliers qui peuvent générer des nuisances chimiques.

La seconde étape à consister à superposer à cette matrice le résultat d'une enquête de terrain portant sur 40 entreprises recouvrant l'ensemble du secteur.

L'enquête est conduite à partir de questionnaires administrés parmi les entreprises adhérentes aux services professionnels du BTP Santé BTP de Rouen-Dieppe et du Havre. Dans les entreprises artisanales la difficulté d'obtenir des rendez-vous est surmontée par le contact téléphonique.

**Résultats**

Les profils spécifiques d'activité retrouvés dans l'enquête se superposent aux profils résultant de l'expertise :

- a) Peinture en rénovation pour les particuliers. Sur ce marché sont apparues ces dernières années des entreprises traitant l'ensemble des corps d'état du second œuvre. On trouve aussi sur ce marché des entreprises plus spécialisées dans les dégâts des eaux. Les entreprises sont de petite taille, moins de dix salariés. Le risque chimique est dominé par les peintures acryliques en phase aqueuse, majoritaires et alkydes en phase solvant. La proportion dépend fortement de l'expérience du chef d'entreprise. Mais des préparations commerciales exposant à des risques spécifiques, notamment les peintures époxydiques

---

<sup>◇</sup> A.Poirier\*, S. Castillo-Moncada\*, M-L. Meuleman\*\*, B. Arson

\* Santé BTP Rouen, \*\*Santé BTP Le havre

et les vernis polyuréthanes, peuvent être employées occasionnellement alors que les risques sont peu maîtrisés. L'application au pistolet est absente.

b) Peinture bâtiment en habitat collectif neuf au sein duquel on distingue les entreprises ayant une activité de rénovation de façade parfois importante. Les entreprises ont une taille plus importante ( PME de 10 à 80 salariés et plus). Le risque chimique est dominé par les peintures acryliques en phase aqueuse qui représentent plus de 80 % des peintures utilisées. L'application au pistolet est fréquente (plafond, impression des murs) ; les risques y sont limités par la nature des peintures en phase essentiellement aqueuse.

c) Peinture en bâtiment à type d'ouvrages fonctionnels (bureaux, administrations, établissements de soins, commerces). Sur ce marché opèrent des entreprises artisanales et des PME. Le risque chimique est dominé par les peintures acryliques en phase aqueuse (plus de 90 % des peintures).

d) Ravalement de façade exclusif avec des entreprises artisanales et des PME. Le risque chimique est dominé par les peintures acryliques en phase aqueuse : plus de 95 % des peintures.

e) Peinture industrielle (anticorrosion) pouvant inclure la peinture dans l'industrie navale. On trouve des entreprises spécialisées de taille artisanale, des PME et des grandes entreprises spécialisées ou diversifiées dans l'ensemble des marchés de la peinture. Le profil du risque chimique est centré sur les systèmes de produits combinant peintures époxydiques (solvantées et sans solvant, brai-époxy notamment en navale) et peintures polyuréthanes le plus souvent solvantées. On utilise le décapage par jet d'abrasif (avec un risque de saturnisme important lors du décapage d'ouvrages plombifères) et l'application de peinture au pistolet. C'est dans cette catégorie de travaux que se trouve l'essentiel de l'exposition au risque CMR des métiers de la peinture (notamment amines aromatiques et chromates).

f) Application de résines de sol (sols industriels, parkings). Même profil que précédemment avec un grand nombre de petites entreprises spécialisées. Les peintures époxydiques (solvantées, non solvantées et aussi, fréquemment, en phase aqueuse) et les peintures polyuréthanes solvantées dominent les expositions.

g) L'application au pistolet est fréquente. Les préparations de surfaces occasionnent des risques spécifiques, notamment silicogènes : ponçage, rabotage.

Application de résines d'étanchéité de réservoirs. Même profil que précédemment avec en particulier des petites entreprises spécialisées. Des risques spécifiques, notamment CMR, y sont présents (DMA).

h) Entreprises généralistes, traitant l'ensemble des marchés à l'exception des particuliers.

**L'intérêt pratique** d'une telle typologie est alors :

- de permettre de constituer des GEH par branche professionnelle,
- d'améliorer la traçabilité des expositions tout au long de la carrière,
- d'établir des matrices emploi-exposition pour le métier de peintre plus performantes,
- d'établir des référentiels de formation et information aux risques (notamment chimique) spécifiques,
- d'établir des référentiels de suivi médico-professionnel pertinents.

Dans tous les cas, l'abord des risques santé-sécurité intégrant la dimension économique et technique de marché valorise l'intérêt d'une spécialisation dans une compétence BTP en santé au travail.

## **Le risque toxique lors des opérations de brasage fort dans le secteur du BTP.**<sup>◊</sup>

**Fabrice MICHIELS - Bertrand BOUARD - Frank RIVIERE - Christian MALLANTS**

### **I. Définitions**

Par abus de langage, le brasage est souvent assimilé à une technique de soudage. Il s'agit pourtant d'un procédé fondamentalement différent, tant sur le plan métallurgique que par ses implications toxicologiques. Il est notamment utilisé dans le secteur du BTP par les plombiers, les électriciens et les travailleurs réalisant les conduites de gaz.

La particularité de cette méthode d'assemblage à chaud des métaux, pratiquée au « chalumeau », est de ne faire fondre que le métal d'apport, sans atteindre la température de fusion du métal de base. En d'autres termes, le brasage consiste à appliquer une colle métallique entre les pièces à assembler. Cette définition recouvre aussi bien le brasage tendre (soldering anglosaxon), concernant des opérations se déroulant à moins de 450°C, que le brasage fort (brazing) au delà, jusqu'à 800°C environ.

L'évaluation des risques d'un poste de brasage est complexe, et doit intégrer aussi bien les phases préparatoires (ponçage, décapage, usinage) que les étapes postérieures (piquage, ponçage...) à l'acte de brasage lui-même. Ces gestes et expositions professionnelles annexes ne présentant pas de particularités par rapport à des activités classiques de métallerie (bruit, vibrations, poussières de moyenne à forte granulométrie, solvants), nous nous intéresserons ici aux risques induits par les opérations de brasage proprement dites, en prenant pour exemple le brasage fort.

### **II. La problématique toxicologique**

Le risque toxicologique est classiquement apporté par les « fumées », terme général qui rend mal compte de la complexité des composants toxiques présents. Par définition, la fumée comporte des particules solides en suspension dans une phase gazeuse. Cette dernière comporte des gaz (liés notamment à l'action d'une flamme nue sur l'air ambiant) et des vapeurs (liées aux changements de phase de composés, lors de l'élévation de la température au-delà du point d'ébullition d'un liquide voire de sublimation d'un solide, présents dans les matériaux assemblés). La phase particulaire est de granulométrie variable mais, à la différence des poussières liées aux activités corollaires au brasage, la majorité des corps présents appartient au domaine des nanoparticules.

L'approche la plus pragmatique pour identifier les dangers potentiels consiste à inventorier les substances et composants chimiques présents dans les différents éléments techniques mis en œuvre. Lors du brasage fort, les substances dangereuses peuvent donc provenir des métaux de base, des composants des baguettes d'apport, qu'ils soient métalliques ou non, des résidus présents sur les surfaces assemblées, appliqués volontairement (flux) ou liés à une mauvaise préparation (peintures, solvants...).

---

<sup>◊</sup>Dr Fabrice MICHIELS  
Service de santé des armées  
Centre de médecine de prévention  
BCRM de Brest, CC 92 - 29240 Brest cedex 9  
[drmichiels@aol.com](mailto:drmichiels@aol.com)

### III. Risques liés aux composés chimiques organiques

Nous passerons rapidement sur les risques liés aux résidus indésirables éventuellement présents sur les pièces à assembler. Leur variété potentielle est en effet grande, même si les peintures et les solvants en sont les principaux représentants. L'identification des substances susceptibles d'être rencontrées relève de l'étude de poste spécifique, et des informations recueillies sur le terrain lors de chaque activité concernée. Une attention particulière devra cependant être portée sur le risque de formation de phosgène lors de brasage effectué trop prématurément après application d'un solvant chloré.

Indépendamment de ces résidus variables, de nombreux composés chimiques peuvent être présents dans l'environnement d'un brasseur. La majorité provient des baguettes d'apport. La composition de celles-ci est complexe, associant des liants, des anticorrosifs, des décapants, des agents favorisant le « mouillage », etc... Parmi les composés d'intérêt médical significatif, la colophane, utilisée du fait de ses propriétés à la fois agglomérante et décapante, apporte un risque non négligeable de sensibilisation cutanée voire respiratoire. (1;2)

### IV. Risques liés aux métaux

Le principal écueil rencontré par le médecin du travail, et plus généralement l'équipe de prévention, lors des opérations de brasage est de recenser et d'évaluer les risques liés aux métaux et autres éléments minéraux. La démarche toxicologique habituelle consiste à analyser la composition des matériaux mis en œuvre, à mesurer leur concentration dans l'atmosphère de travail et éventuellement chez le salarié exposé. Mais cette démarche est difficilement applicable lors du brasage du fait de la multiplicité des métaux rencontrés, rendant onéreuse l'analyse atmosphérique, et peu réaliste la recherche de l'ensemble de ces métaux chez le salarié. Affiner l'étude toxicologique permet de déterminer les métaux dont la prise en compte est la plus pertinente sur le plan médical.

#### 4.1 Critères d'évaluation

Trois paramètres méritent d'être intégrés pour parvenir à cette évaluation :

- la toxicité intrinsèque de chaque métal, qui influe évidemment sur le niveau de maîtrise à atteindre et parfois sur le cadre réglementaire à appliquer (cas des CMR).
- le taux de chaque métal dans les alliages mis en œuvre, qu'il s'agisse du métal de base ou des métaux d'apport. Le principe même du brasage implique que la température de fusion du métal de base (essentiellement cuivre, laiton et bronze) conditionne la composition des baguettes utilisées, dont la température de fusion doit être inférieure.
- la comparaison entre les températures de fusion et d'ébullition des différents métaux et la température atteinte dans le bain de fusion. Ce critère permet en particulier d'identifier les métaux susceptibles d'être présents sous forme de vapeur dans la fumée primaire émise immédiatement au niveau du bain de fusion, et auxquels la probabilité d'exposition est donc forte.

#### 4.2 Résultats de l'approche toxicologique fondamentale

Une étude large de la composition des alliages assemblés et des baguettes d'apport permet de retenir les points suivants :

- Trois métaux constituent théoriquement un danger dans les métaux de base :

- Le zinc, présent jusqu'à 40% dans certains laitons, et dont la température d'ébullition est de 907°C, donc proche de la température de travail. Ce métal est susceptible d'induire une fièvre des métaux.
- Le plomb, susceptible d'être rencontrés dans certains laitons (3,5%) et surtout certains bronzes (jusqu'à 28%). Il reste cependant loin de sa température d'ébullition, et sa teneur dans les fumées est très faible. (3)
- Le phosphore, potentiellement hépatotoxique, dont la température d'ébullition est basse mais présent à faible taux.

Etant cependant inclus dans un alliage non fondu, le risque de dégagement de ces trois métaux est réduit.

- Le fait que seul le métal d'apport fonde explique que seuls ses composants atteignent, en approche théorique mais aussi lors des études métrologiques publiées, un taux significatif dans l'atmosphère de travail (4). Plus aisément mobilisables du fait de la fusion des baguettes, le zinc et le phosphore doivent ici être pris en compte. Mais un métal focalise l'attention : le cadmium. Présent dans des baguettes de brasage à des teneurs moyennes de 20 à 30% dans les applications BTP, ce métal bout à 765°C. La probabilité d'exposition au cadmium (sous forme de nanoparticules) est donc élevée. Possédant des propriétés aussi bien cancérigènes, mutagènes que reprotoxiques, ce métal est de plus un néphrotoxique reconnu. (5 ; 6) Il est par conséquent fondamental de le rechercher lors des études de poste, et de tout faire pour le substituer.

Signalons enfin la présence, dans les flux (en général intégrés dans les baguettes elles-mêmes) de composés borés, notamment d'acide borique. Ces substances ont été classées reprotoxiques de catégorie 2 dans la 30<sup>ème</sup> ATP adoptée le 9 juin 2008 par la communauté européenne. Des substituts sans acide borique apparaissent d'ores et déjà sur le marché.

## V. Conclusion

L'évaluation des risques lors des opérations de brasage est de prime abord complexe. Néanmoins, le respect d'une démarche rigoureuse et ordonnée, analysant les matériaux mis en œuvre sur le terrain et décrivant précisément les modalités techniques utilisées, permet non seulement d'identifier les substances dangereuses potentiellement présentes mais aussi de préciser celles apportant un risque significatif et justifiant donc un suivi médical spécifique. Cette démarche analytique peut évidemment être transposée aux autres techniques d'assemblage à chaud des métaux, notamment au soudage dans lequel le métal de base fond également, mais pour lequel les compositions des métaux de base et d'apport sont similaires. Les résultats de ces études permettent non seulement de mieux cibler les modalités de suivi médical, comme cela sera abordé dans une autre présentation de cette session, mais pourraient aussi servir de base à des évolutions technologiques.

### Références bibliographiques :

- 1) Crépy MN : Dermatoses professionnelles à la colophane. Documents pour le médecin du travail. 2002, 89 : 75-82.
- 2) Rosenberg N: Asthme professionnel à la colophane. Documents pour le médecin du travail. 2003, 94 : 195-200.
- 3) Matczak W : Assessment of exposure to toxic metals released during soldering and brazing processes. Med Pr. 2002; 53(6):473-480.
- 4) Apostoli P, Porru S, Brunelli E, Alessio L. Multiple exposure to metals in eight types of welding. G Ital Med Lav Ergon. 1997;19(2):8-14.
- 5) Gan SL, Tan SH, Pinnagoda J, Tan KT. Cadmium hazard in silver brazing. Ann Acad Med Singapore. 1995;24(2):325-7.
- 6) Mason HJ, Williams N, Armitage S, Morgan M, Green S, Perrin B, Morgan WD. Follow up of workers previously exposed to silver solder containing cadmium. Occup Environ Med. 1999;56(8):553-8.

**Difficultés rencontrées lors de la mise en place et l'interprétation  
de campagnes de mesures atmosphériques.**<sup>◇</sup>

**Jacques CATANI**

L'activité de soudage met en jeu la fusion de métaux qui libère dans l'atmosphère des molécules qui se combinent à l'air pour former des oxydes métalliques, visibles à l'œil nu sous forme de fumées, auxquels s'ajoutent les substances produites par la combustion de matériaux prévisibles ou inattendus et indésirables.

Quel que soit le secteur d'activité concerné, le soudage ne fait que très rarement l'objet d'une activité à temps plein. Les opérations de soudure voisinent fréquemment avec d'autres tâches au sein d'ateliers de grande taille de type hangar. Il est commun de rencontrer également des opérations de préparation ou de finition des pièces à assembler telles que le ponçage, le meulage, le décapage voire la mise en peinture.. Toutes ces activités sont génératrices de polluants de natures diverses, gaz, vapeur, particules..

L'ensemble de ces émissions interfère de manière très importante avec les fumées de soudage et rend nécessaire la définition d'une stratégie claire de prélèvement pour déterminer l'origine des polluants.

En effet, les poussières métalliques émises lors d'un ponçage, même dans le cas d'un acier inoxydable fortement chargé en chrome ne présentent pas les mêmes risques pour la santé que l'inhalation des oxydes métalliques constitutifs des fumées de soudage.

Le prélèvement réalisé à l'aide de filtres en fibres de quartz est strictement identique et l'analyse conduite, soit à l'aide d'une torche à plasma, soit avec un spectromètre d'absorption atomique, ne permet pas de différencier les métaux de leurs oxydes (à l'exception du chrome) malgré des valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP) très différentes représentatives des risques pour la santé de l'opérateur comme l'aluminium métal :10 mg/m<sup>3</sup>, fumées : 5 mg/m<sup>3</sup> ou sels solubles : 2 mg/m<sup>3</sup>.

La stratégie de prélèvement doit intégrer cette notion et privilégier des prélèvements individuels au plus près des sources d'émission de manière à permettre la différenciation : métal/oxyde.

Le dosage parallèle des gaz liés exclusivement à la dégradation thermique due au soudage, tels que le monoxyde de carbone ou les oxydes d'azote, peut également aider dans certaines situations à la validation de l'origine des polluants métalliques.

Cependant même dans un atelier entièrement dédié à la soudure, on peut mettre en évidence que les fumées de soudage ne sont en rien homogènes et strictement liées aux métaux en phase d'assemblage. Ces fumées proviennent certes du support de base et de fait du métal d'apport qui sont en général très proches, mais également de la présence d'un éventuel revêtement telle que des résidus de peinture, de la rémanence de traces de contaminant tel qu'un dégraissant ou de la graisse. La nature des fumées varie également avec la nature du gaz de protection qui peut influencer sur la taille des particules ultra-fines.

Ces difficultés ont été mises en évidence lors d'une étude menée en PACA de 2002 à 2005 dans le secteur de la métallerie où de nombreux matériaux de récupération sont utilisés. Des taux anormalement élevés de plomb atmosphérique et urinaire ont été mis en évidence en lien avec la présence de traces de peinture sur certaines parties des métaux.

---

<sup>◇</sup> Jacques CATANI  
CRAM du Sud est  
35 rue george -13386 MARSEILLE Cedex 20  
[jacques.catani@cram-sudest.fr](mailto:jacques.catani@cram-sudest.fr)



D'une manière générale 95% de la composition des fumées de soudage proviennent de la source de métal d'apport, fil plein, fil fourré, baguettes... il y a donc lieu d'apporter une grande attention à la lecture des fiches de données sécurité (FDS) et particulièrement rechercher la présence de métaux dont les sels peuvent être classés cancérigènes, la composition des flux qui peuvent être sources d'émission importante de fumées. Il faut être informé que les FDS concernent les produits neufs et que ces documents ne tiennent pas souvent compte des risques liés à la dégradation thermique des constituants et aux modifications chimiques telles que l'oxydation qui vont survenir au cours de l'utilisation. On voit donc très régulièrement des baguettes pour acier inoxydable contenant du nickel et du chrome ne présentant aucun risque pour la santé.

### **Conclusion :**

Les procédés de soudage sont très largement utilisés et à ce titre, pense-t-on très bien connus et maîtrisés, ce qui n'est pas toujours le cas. Une analyse aiguë de la tâche et de l'organisation du travail s'avère donc utile en amont de toute tentative d'évaluation des concentrations atmosphériques. Ces mesures sont réglementaires dans de nombreuses situations et doivent, dès que cela est possible, être associées avec une surveillance biologique.

Le dosage atmosphérique des substances chimiques ne représente qu'une photographie de l'instant où les mesures ont été réalisées et il est sujet à de fortes variations en fonction des procédés, des conditions atmosphériques, du niveau de l'activité etc... la réalisation de ces mesures sans mise en œuvre des autres outils d'évaluation des risques ne saurait avoir de signification scientifique.

### **Bibliographie :**

- Caractérisation de l'exposition aux fumées de soudage en atelier dans le secteur du BTP, Archives de maladies professionnelles, juillet 2007, vol68 N°3, G.larmacovai et coll.
- ED 668, 3<sup>ème</sup> édition 2007, INRS.
- Les nanoparticules, un enjeu pour la santé au travail. B. Hervé-Bazin. EDP Sciences.
- Base de données COLCHIC. INRS.

## Avantages et inconvénients des méthodes d'analyses métrologiques et biométrologiques utilisées dans le secteur du soudage.<sup>◊</sup>

**Anne NICOLAS**

Les activités de soudage sont exercées souvent à temps partiel dans le BTP. Elles exposent les salariés à une diversité de composés gazeux et micro-particulaires où les oxydes métalliques sont majoritaires. Les tâches de préparation, de finition qui entourent le soudage, émettent des poussières de granulométrie plus importante. Les corps de métier travaillant à proximité des soudeurs sont aussi exposés à une partie de leurs émissions. La métrologie atmosphérique et la biométrologie renseignent partiellement sur les risques toxiques générés par les différentes tâches du métier. Les paramètres sont choisis en fonction des métaux soudés, des métaux d'apport et des autres polluants repérés lors de l'étude des postes de travail. La priorité est donnée aux composés qui présentent une toxicité spécifique.

### **La métrologie atmosphérique :**

Elle évalue l'exposition à l'ensemble des fumées et des poussières par la pesée de la fraction collectée sur filtre. Le dosage de certains métaux est réalisé sur le même filtre.

Les méthodes analytiques mises en œuvre ne distinguent pas les différentes formes présentes d'un même élément, qu'il s'agisse d'oxydes ou du métal.

Une photographie est ainsi obtenue traduisant les conditions d'émission à un moment donné.

Des valeurs limites françaises (VME), étrangères (MAK allemandes, TLV-TWA américaines), sont disponibles pour interpréter les concentrations de fumées, d'oxydes métalliques.

La VME applicable à l'ensemble des fumées collectées est de 5 mg/m<sup>3</sup>.

L'exposition aux fumées de soudage sur acier ordinaire est évaluée par le dosage du fer (VME trioxyde : 5 mg/m<sup>3</sup>), du manganèse (VME fumées: 1 mg/m<sup>3</sup>, TLV-TWA: 0.2 mg/m<sup>3</sup>).

Si l'acier est galvanisé, la concentration en oxyde de zinc est mesurée car il représente une forte proportion des fumées émises (VME fumées: 5 mg/m<sup>3</sup>).

Lors des opérations de soudage sur acier inox, le chrome et le nickel font l'objet de dosages spécifiques : chrome total (VME : 2 mg/m<sup>3</sup>), chrome hexavalent (VME : 0.05 mg/m<sup>3</sup>), nickel (VME oxydes: 1 mg/m<sup>3</sup>, TLV-TWA composés inorganiques insolubles: 0.2 mg/m<sup>3</sup>).

Si le soudage s'effectue sur aluminium, les fumées d'oxydes d'aluminium peuvent être émises en quantité importante, justifiant leur dosage (VME fumées : 5 mg/m<sup>3</sup>, TLV-TWA: 1 mg/m<sup>3</sup>).

### **La biométrologie :**

Appliquée aux expositions métalliques, elle consiste à doser des métaux dans le sang ou dans les urines. Les dosages renseignent sur la quantité des formes diffusibles absorbées depuis plusieurs jours voire plusieurs semaines.

---

<sup>◊</sup>Anne NICOLAS  
TOXILABO, rue P.A. Bobière 44300 Nantes  
[toxilabo@wanadoo.fr](mailto:toxilabo@wanadoo.fr)

Les concentrations observées dépendent de la demi vie biologique des espèces métalliques, ainsi que de la fréquence, la durée et l'intensité de l'exposition.

Les activités de soudage s'effectuent dans le BTP dans des conditions très variables. La variabilité porte notamment sur les pièces travaillées, l'environnement plus ou moins confiné, la pratique de plusieurs procédés, ceux ci étant plus ou moins émissifs.

De nombreux métaux sont dosables dans le sang comme dans les urines. Le choix des marqueurs s'effectue en tenant compte des résultats de l'étude de risques et des prélèvements atmosphériques.

Le médecin du travail oriente sa prescription en fonction des émissions les plus fréquentes mais aussi en fonction de risques spécifiques associés à certains chantiers.

Des valeurs guides françaises, étrangères (BAT-EKA, BEI) sont disponibles. Les indices étrangers sont mis à jour annuellement, contrairement aux valeurs françaises.

La DFG allemande propose une BAT pour le manganèse sanguin (20 µg/L), la BAT de l'aluminium a été abaissée en 2008 de 200 µg/L à 60 µg/gramme de créatinine.

Cet organisme publie des EKA pour le nickel et le chrome. Les EKA concernent des composés classés cancérogènes, elles résultent d'une corrélation établie entre des concentrations atmosphériques et l'élimination urinaire des métaux en fin de poste. Ainsi une exposition de 0.5 mg/m<sup>3</sup> au nickel sous forme d'oxyde et de métal se traduit par une élimination urinaire de l'ordre de 45 µg/L, après plusieurs postes de travail. Une exposition de 0.05 mg/m<sup>3</sup> aux fumées de trioxyde de chrome serait corrélée à une élimination urinaire du chrome de 20 µg/L, mesuré en fin d'exposition.

L'ACGIH a fixé un BEI pour le chrome urinaire de 25 µg/L, validé lors de l'exposition aux fumées solubles dans l'eau.

Choix des paramètres:

Le manganèse sanguin est utilisable pour suivre l'évolution de la charge corporelle lors de l'exposition chronique aux fumées de soudage sur acier ordinaire.

Le chrome et le Nickel urinaires sont dosés pour évaluer l'absorption aux fumées de soudage sur acier inox ; l'aluminium urinaire, celle due au soudage sur aluminium.

Des procédés tels que le brasage, le soudo-brasage sont moins émissifs. Cependant l'environnement de travail est souvent pollué par des poussières comme celles de plomb, de cadmium; l'absorption par voie digestive est à rechercher si ces éléments sont utilisés dans le procédé.

Ils sont dits cumulatifs en raison d'une demi-vie biologique de plusieurs mois à plusieurs années, ils s'accumulent lors d'expositions chroniques, même de faible intensité.

La périodicité de surveillance de la plombémie, de la cadmiurie, est à adapter aux résultats observés. Les 2 métaux sont aussi à identifier lors du soudage sur pièces peintes. Les peintures anti-corrosion contenant ces pigments sont dégradées en oxydes qui contribuent à la production de fumées.

Interprétation :

L'interprétation de la biométrie peut s'avérer délicate au niveau individuel comme au niveau collectif.

La rédaction d'une fiche de renseignements détaillés est indispensable lors du recueil de chaque échantillon. Elle doit fournir des informations sur l'activité du jour et de la veille, sur les conditions de prévention mises en oeuvre, et sur les facteurs pouvant influencer l'absorption.

Des différences significatives de résultats sont observées au cours du temps pour un même salarié.

De même, au sein d'un groupe homogène d'exposition, une dispersion des résultats biologiques est fréquente. Les renseignements apportés par la fiche donnent souvent une explication à ces différences. L'examen chronologique des résultats, tant individuels que collectifs, permet de dégager une tendance, avec des oscillations autour d'une valeur moyenne.

### **Conclusion :**

Le médecin du travail dispose d'outils performants sous la forme de paramètres atmosphériques ou biologiques pour évaluer l'intensité de l'exposition aux fumées et poussières métalliques.

Ces outils répondent aux mêmes exigences, d'identification des polluants pour choisir ceux dont le dosage est justifié, de description des tâches et des activités au moment des prélèvements. Ces informations s'avèrent aussi importantes que les résultats chiffrés rendus par le laboratoire.

Les indicateurs biologiques ne remplacent pas la métrologie d'ambiance, les deux approches se complètent. Leur usage régulier contribue à l'amélioration continue de la prévention. La régularité des évaluations favorise l'identification de situations exposantes, qu'elles résultent des conditions de travail ou de comportements individuels.

### **Bibliographie :**

- Caractérisation de l'exposition aux fumées de soudage en atelier dans le secteur du BTP, Archives de maladies professionnelles, juillet 2007, vol.68 n°3, G.larmarcovai.
- TLVs (Threshold Limit Values ) and BEIs (Biological Exposure Indices) ACGIH 2008.
- List of MAK and BAT Values DFG 2008.
- ED 984 2ème édition 2007 , INRS.

## Stratégie médicale face à un soudeur.<sup>◇</sup>

**Fabrice MICHIELS - Bertrand BOUARD,  
Florence TAGNARD-MERAT - Christian MALLANTS**

### **I. Introduction**

La détermination des expositions lors des activités d'assemblage à chaud des métaux n'est pas une problématique nouvelle. Face à la variété des techniques, la multiplicité des matériaux mis en œuvre, la variabilité des conditions de travail, il est illusoire de définir de manière univoque les expositions attendues, même si une bonne connaissance des techniques permet d'orienter les recherches vers certains composants toxiques. Dans ces conditions, nous avons tous été confrontés à cette interrogation : que surveiller chez ce soudeur ? Quels examens lui prescrire ? Afin de ne pas tomber dans l'une des deux attitudes extrêmes face à ces situations complexes – abstention totale ou au contraire inflation d'examens « exploratoires » - une démarche systématique permet d'orienter la conduite médicale.

#### **1. Critères à prendre en compte**

Le choix des modalités de surveillance médicale résulte de la confrontation des données recueillies lors de l'activité en milieu de travail et des données d'interrogatoire du salarié concerné. Pour chaque travailleur doivent ainsi être précisés :

- la technique exacte utilisée, sans se limiter à la seule distinction soudage ou brasage. TIG, MIG, MAG, électrode enrobée sont un niveau minimal de précision, idéalement complété par la température de travail ;
- le métal de base assemblé, dont la référence (AFNOR par exemple) permet une excellente approche de la composition fine
- la composition du matériel d'apport employé, sur la base des fiches de données de sécurité, ainsi que celle des flux, que ceux-ci soient incorporés au fil ou à la baguette ou apportés séparément (pâte, poudre...).

Ces données complètent celles relatives au calendrier professionnel : durée, fréquence, ancienneté des activités de soudage, normalement regroupées dans la fiche individuelle d'exposition dans le cas des substances CMR. Elles permettront d'orienter le conseil à l'employeur quant aux analyses atmosphériques à effectuer pour évaluer l'efficacité de la prévention collective. Elles seront aussi un critère décisionnel de poids, en combinaison avec les résultats métrologiques, pour choisir le cas échéant les examens complémentaires et notamment biométrologiques à prescrire.

#### **2. Organes cibles**

L'analyse des classements réglementaires et des données bibliographiques relatives au soudage ou au brasage, mais aussi à chaque composant présent, permet d'identifier quelques organes cibles principaux.

##### **a. Le poumon**

L'exposition aux fumées et vapeurs a évidemment pour première cible le poumon. Trois risques méritent d'être pris en compte :

---

<sup>◇</sup> Dr Fabrice MICHIELS,  
Service de santé des armées - Centre de médecine de prévention  
BCRM de Brest, CC 92 - 29240 Brest cedex 9  
[drmichiels@aol.com](mailto:drmichiels@aol.com)

- l'asthme, susceptible d'être induit notamment par la colophane lors du brasage
- les atteintes bronchiques chroniques, en particulier chez les soudeurs ayant plus de 20 ans de pratique. (1)
- le risque de cancer reste controversé, mais plusieurs études et méta-analyses retrouvent un risque relatif de 1,3 environ chez les soudeurs, qu'il soit ou non significatif. (2; 3)

#### b. La peau et l'œil

Au delà du risque de brûlure et autres traumatismes liés aux activités annexes du soudeur, la présence d'ultra-violet à été incriminée dans la survenue de mélanomes cutanés mais aussi choroïdiens. En outre, l'intensité du rayonnement lors du soudage à l'arc induit un risque potentiel de cataracte. Bien que les cas décrits soient anciens, et le risque relativement anecdotique du fait des équipements de protection modernes, une certaine vigilance reste de mise.

#### c. Le rein

Un certain nombre de métaux lourds et métalloïdes ont la propriété de s'accumuler dans la corticale rénale. Des néphropathies à point de départ tubulaire ont ainsi été décrites avec le plomb, le cadmium, le thorium... En outre, l'accumulation de substances classées cancérogènes dans un organe interroge quant au risque de lésion maligne. Une étude, certes isolée, identifie d'ailleurs le cadmium comme facteur de risque de cancer du rein.(4)

#### d. Le système nerveux central

Quelques métaux sont suspectés d'induire des altérations neurologiques (manganèse) ou une altération des fonctions supérieures (aluminium). (5) La réalisation de tests de routine semble cependant illusoire en pratique quotidienne. La prescription d'exams spécialisés orientée par l'interrogatoire des sujets potentiellement exposés aux substances suspectes (dont les solvants organiques), paraît par contre l'approche la plus rationnelle.

#### e. La fonction reproductrice

Si le risque de cancer reste discuté, la bibliographie laisse moins de doute quant à l'existence d'un risque reprotoxique. Deux revues de littérature confirment ainsi l'augmentation du délai de procréation chez les couples dont l'homme est soudeur. (6 ;7) L'hypothèse la plus souvent avancée est celle de l'action du rayonnement thermique sur les gonades mâles. Cependant, plusieurs composants métalliques sont connus ou suspectés comme reprotoxiques et pourraient contribuer au risque : bore, cadmium, voire antimoine.

### 3. En pratique

Le contenu de la visite médicale se décline en fonction de sa date dans le parcours professionnel (visite initiale, périodique ou de fin d'activité) et précise les données à recueillir lors de l'interrogatoire, de l'examen somatique, et au travers des explorations complémentaires.

**La visite initiale**, indépendamment des éléments relatifs à la détermination de l'aptitude au poste, est surtout l'occasion de réaliser un bilan de référence à titre conservatoire. Celui-ci inclura un bilan ophtalmologique (milieux transparents et fond d'œil), une spirométrie, une radiographie pulmonaire. Un bilan rénal semble utile, complétant utilement un bilan hépatique dans l'hypothèse d'une exposition à des solvants chlorés notamment.

**Lors de visites périodiques**, l'interrogatoire recherche, outre des symptômes respiratoires ou allergiques, des troubles de la fécondité. L'examen somatique complet porte une attention particulière à l'auscultation pulmonaire et aux zones cutanées découvertes. Parmi les examens paracliniques, la bandelette urinaire et un examen ophtalmologique de base sont d'autant plus indiqués qu'ils sont de réalisation simple. Si une spirométrie au

minimum biennale s'impose, la radiographie pulmonaire semble d'un intérêt limité. La réalisation de scanners thoraciques, débutés au moins 20 ans après le début de l'exposition, selon une périodicité de 5 à 10 ans selon l'intensité de l'exposition, paraît plus contributive. La réalisation d'examen biométriologiques est possible, adaptée aux résultats de l'analyse toxicologique préalable et des mesures atmosphériques. Le dosage combiné de la cadmiurie et d'un marqueur de tubulopathie chez les braseurs argent-cadmium, ou de chrome et de nickel chez les soudeurs d'acier inoxydable sont les mieux validés. Ils trouvent de plus leur place dans la traçabilité des expositions aux CMR, dont le suivi des marqueurs d'exposition au plomb est un exemple. A manier avec précaution à l'échelle individuelle, ces examens biométriologiques présentent par contre un grand intérêt dans le cadre d'une évaluation collective, pour répondre à une question précise (efficacité des EPI lors de telle opération).

Enfin, **la visite de fin d'activité** est le pendant de la visite initiale : examen ophtalmologique complet, spirométrie et scanner thoracique, bilan rénal, complètent un examen somatique complet.

#### 4. Perspectives

Une veille technologique et scientifique attentive est nécessaire dans ce domaine en constante évolution. Au delà des innovations techniques, la stratégie de suivi médical elle-même devrait évoluer dans les années à venir. Sous l'impulsion de recherches en cours, les performances des indicateurs d'exposition au bore ou surtout au béryllium devraient s'élever dans les prochaines années. L'incrémentation rapide des connaissances sur les effets des nanoparticules, par exemple l'impact de leur absorption par voie olfactive, ouvre un nouveau champ d'analyse.

Certains troubles olfactifs infra-cliniques survenant semble-t-il pour des niveaux d'exposition faibles pourraient redonner un intérêt à des explorations aujourd'hui désuètes (8). Enfin, la diffusion progressive des tests de génotoxicité offre de nouvelles possibilités d'évaluation des effets précoces à l'échelle des groupes de travail. (9)

#### VI. Conclusion

Si les expositions potentielles lors de l'assemblage à chaud des métaux sont éminemment complexes, une démarche rigoureuse, qui ne diffère en rien de celle adoptée face à tout risque chimique, permet néanmoins d'orienter le médecin. Ce n'est qu'en s'appuyant sur les données recueillies lors de son activité en milieu de travail que le médecin pourra affiner son cheminement diagnostique et déterminer les explorations complémentaires utiles.

#### Références bibliographiques :

- 1) Antonini JM, Lewis AB, Roberts JR, Whaley DA. Pulmonary effects of welding fumes: review of worker and experimental animal studies. Am J Ind Med. 2003;43(4):350-60.
- 2) Ambroise D, Wild P, Moulin JJ. Update of a meta-analysis on lung cancer and welding. Scand J Work Environ Health. 2006;32(1):22-31.
- 3) Siew SS, Kauppinen T, Kyyrönen P, Heikkilä P, Pukkala E. Exposure to iron and welding fumes and the risk of lung cancer. Scand J Work Environ Health. 2008;34(6):444-50.

- 4) Pesch B, Haerting J, Ranft U, Klimpel A, Oelschlägel B, Schill W. Occupational risk factors for renal cell carcinoma: agent-specific results from a case-control study in Germany. MURC Study Group. Multicenter urothelial and renal cancer study. *Int J Epidemiol.* 2000;29(6):1014-24
- 5) Sjögren B, Iregren A, Frech W, Hagman M, Johansson L, Tesarz M, Wennberg A. Effects on the nervous system among welders exposed to aluminium and manganese. *Occup Environ Med.* 1996;53(1):32-40.
- 6) Jensen TK, Bonde JP, Joffe M. The influence of occupational exposure on male reproductive function. *Occup Med (Lond).* 2006;56(8):544-53.
- 7) Winker R, Rüdiger HW. Reproductive toxicology in occupational settings: an update. *Int Arch Occup Environ Health.* 2006;79(1):1-10.
- 8) Mascagni P, Consonni D, Bregante G, Chiappino G, Toffoletto F. Olfactory function in workers exposed to moderate airborne cadmium levels. *Neurotoxicology.* 2003;24(4-5):717-24.
- 9) Fassi R, Catani J, Iarmarcovai G & al : Caractérisation de l'exposition aux fumées de soudage en atelier, dans le secteur du BTP. Journées Nationales de Santé au Travail dans le BTP, Annales 28:69-78.



## Saturnisme professionnel : à propos d'un foyer d'intoxication collective.<sup>◊</sup>

**Mathieu KERGRESSE - Patrick HARRY - Sandrine ROUSSEAU  
Françoise BRACONNIER - Catherine MOREL**

### **INTRODUCTION :**

L'intoxication au plomb reste un problème d'actualité. Cette intoxication peut être à l'origine, notamment de manifestations digestives, neurologiques, rénales, hématologiques ou reprotoxiques. (1) Le saturnisme infantile est une maladie à déclaration obligatoire notamment lorsque les enfants ont été intoxiqués par les peintures au plomb. Les professionnels du bâtiment (BTP) sont également exposés au risque d'intoxication individuelle ou collective lors de travaux de rénovation de vieilles demeures. Nous présentons une intoxication collective de travailleurs du bâtiment.

**MATERIEL ET METHODE :** Le 12 novembre 2008 vers 21 heures, le Centre Antipoison-Toxicovigilance d'ANGERS (CAPTV) est alerté par un Service d' Accueil des Urgences du Loir et Cher, d'un cas de saturnisme aigu d'un artisan peintre travaillant depuis plusieurs mois sur un chantier de rénovation d'une propriété du 19<sup>ème</sup> siècle. Un travail de collecte est ensuite initié par le CAPTV afin de recenser tous les professionnels exposés, de faire le suivi des cas, de dépister les enfants dans l'entourage des exposés (saturnisme infantile), d'alerter les services de médecine du travail et les services sanitaires pour l'enquête technique. Pour ce faire, un contact est pris avec l'architecte afin de recenser l'ensemble des entreprises intervenues sur le chantier et dépister les travailleurs quelle que soit la nature de leur profession. Une fiche de recueil de données est établie afin de déterminer les circonstances d'exposition et les facteurs de risque d'intoxication saturnine. La plombémie 500µg/l est définie comme un critère du syndrome biologique (Tableau n°1 RG MPI) et une plombémie à 100µg/l définit le saturnisme infantile. Un réseau interdisciplinaire incluant le CAPTV, la Direction Régionale du Travail de l'Emploi et de la Formation Professionnelle (DRTEFP), le service de Médecine du Travail (SAN-T-BTP BLOIS), la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS 41) et la Cellule inter régionale d'épidémiologie (CIRE) a été constitué pour le recensement et la prévention.

### **RESULTATS**

Le cas index présentait une asthénie retentissant sur ses activités. Sa plombémie était à 1062µg/l et le CAPTV a donné tout conseil sur les modalités de chélation et de prise en charge.

#### Dépistage des travailleurs exposés:

Quarante cinq exposés travaillant dans 12 entreprises différentes ont été identifiés. Le dépistage réalisé a permis de découvrir 5 patients avec des plombémies supérieures à 500 µg/l dont 2 ont nécessité une chélation par DMSA (succimer). Aucun travailleur, hormis le cas index, n'avait de symptômes. Les plus exposés étaient les 9 peintres intoxiqués par ingestion directe ou par déglutition post-inhalation des poussières notamment lors du décapage, dont la plombémie moyenne était de 567 ± 258 µg/l (extrêmes 1062 µg/l et 265 µg/l), puis les 2 carreleurs exposés du fait de leur travail réalisé à même le sol (plombémie à 364 et 240 µg/l). Les autres corps

<sup>◊</sup> Mathieu KERGRESSE, Patrick HARRY, Centre antipoison et de Toxicovigilance d'ANGERS  
Sandrine ROUSSEAU, Direction Régionale du Travail de l'Emploi et de la Formation Professionnelle  
Françoise BRACONNIER, Catherine MOREL, SAN-T-BTP BLOIS

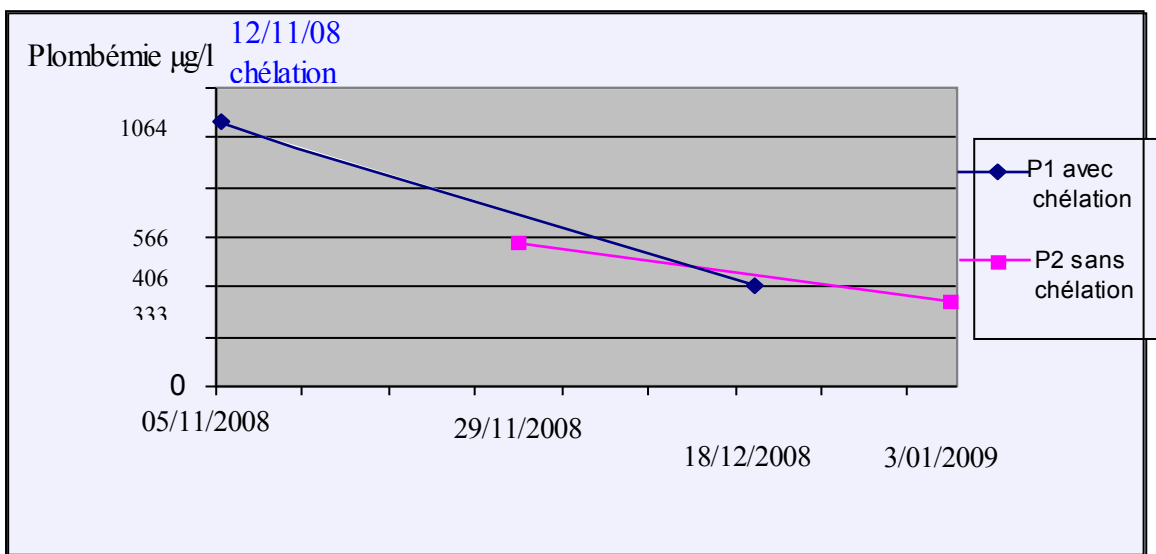
de métier (gardien, architecte, électriciens, menuisiers, terrassiers...) ont des plombémies plus faibles ( $81 \pm 67$   $\mu\text{g/l}$ ) (Tableau I).

Plombémie $\mu\text{g/l}$	> 700	500 à 700	400 à 500	300 à 400	200 à 300	100 à 200	< 100	Non utile	Pas de résultats ou refus
Nombres d'exposés	2	3	2	2	4	2	22	3	5
Corps de métier	2 peintres	3 peintres (intérim)	2 peintres	1 peintre (intérim) 1 carreleur	1 peintre 1 carreleur 1 électricien 1 terrassier	Le gardien 1 terrassier			

*Tableau I: plombémies et corps de métier, Chantier de rénovation, 2008, Loir et Cher.*

Suivi évolutif:

Lors du suivi à 3 mois, il n'y a pas de complication. Les plombémies de 7 des 9 travailleurs les plus intoxiqués ont nettement diminué en moins de 3 mois que ce soit par évolution spontanée ou à l'aide d'une chélation. Les évolutions des plombémies sont en faveur d'un saturnisme aigu comme le montre l'exemple du patient index avec plombémie à  $1062 \mu\text{g/l}$  (P1) nécessitant une chélation et un patient présentant un syndrome biologique à  $566 \mu\text{g/l}$  (P2) sans traitement chélateur (figure 1).



*Figure 1: Suivi évolutif de plombémie : exemple de 2 cas.*

Dépistage des enfants : Le dépistage des enfants à risque par importation de poussières de plomb à domicile, notamment via les vêtements, a été réalisé. Trois prélèvements ont été effectués chez des enfants de 3, 5 et 7 ans présents au domicile de 2 travailleurs présentant des syndromes biologiques. Les plombémies des enfants étaient toutes inférieures à  $40 \mu\text{g/l}$ . Malgré les relances, 2 petites filles de 2 et 4 ans d'un exposé avec une plombémie à  $150 \mu\text{g/l}$  n'ont pas été prélevées. Enfin deux pères faiblement exposés (avec plombémie respective à 39 et  $52 \mu\text{g/l}$ ) ont refusé de faire prélever leurs filles de 19 mois, 2 ans et 5 ans.

Résultats de l'enquête sanitaire : Les travaux de rénovation des peintures au plomb des boiserries anciennes par décapage thermique (à moins de 450°C) et grattage sont à l'origine du saturnisme collectif survenu sur ce chantier via les poussières de plomb. La période de septembre à novembre 2008 est la période la plus contaminante, période où s'entrecourent les agendas des exposés les plus intoxiqués. Ils déclaraient méconnaître les risques toxiques liés au plomb et les mesures de prévention individuelle et collective recommandées bien que le CREP (Certificat de risque d'exposition au plomb) mentionnant la présence de plomb ait été fourni aux entreprises. Il n'y avait aucune notion de plombémie antérieure. Pour la plupart des professionnels exposés, les vêtements de travail étaient stockés dans les véhicules puis lavés à domicile sans se soucier du risque d'importation des poussières.

## **DISCUSSION :**

Les travaux de rénovation des demeures anciennes exposent les ouvriers du BTP au plomb. Dans la période du chantier sus cité, 2 autres foyers de saturnisme collectif professionnel en Région Centre survenus dans le cadre de chantier de rénovation de peintures ont pu être portés à la connaissance des services de l'Etat. Quatre autres intoxications dont 2 ayant nécessité chélation y sont apparues. Deux déclarations obligatoires dans le cadre d'un saturnisme infantile ont été faites chez 2 apprentis mineurs exposés. La multiplication des foyers courant 2009 pose plusieurs problématiques sur lesquelles s'est penché un groupe de travail régional réunissant autour de la DRTEFP, les services de contrôle et de prévention. La première tient en une sous estimation de l'occurrence du risque plomb dans les travaux de rénovation de peintures. En effet, si l'interdiction d'utilisation de la céruse pour les professionnels remonte à 1948, l'interdiction de mise sur le marché ne date que de 1993 et l'interdiction d'emploi du sulfate de plomb n'est devenue définitive qu'en 2003. Des particuliers ont donc pu utiliser des « peintures au plomb » jusqu'à cette date. La réglementation Santé Publique, qui impose le CREP pour les bâtiments antérieurs à 1948 seulement, favorise peut être cette sous estimation, tant chez les professionnels que chez les médecins du travail. La deuxième problématique tient au fait que dans 2 des 3 foyers d'intoxication mis à jour, le risque toxique était connu des employeurs. Se pose donc d'une part, le problème de l'application de la réglementation en matière d'évaluation obligatoire des risques, de prévention, de protection et de surveillance médicale, et d'autre part, celui du contrôle des chantiers lorsqu'ils n'entrent pas dans le cadre de la déclaration obligatoire de travaux ni dans celui de la coordination (c'est notamment le cas des particuliers). Rendus difficilement accessibles aux organismes de prévention et de contrôle, ces chantiers risquent donc effectivement d'être découverts par le biais d'intoxications. Enfin, le troisième axe de réflexion repose sur la surveillance médicale spécifique prévue par le code du travail qui paraît difficilement applicable dans ces métiers où l'exposition n'est pas régulière et fait rarement l'objet d'une information préalable du médecin du travail. De plus les modalités de suivi se réfèrent à un arrêté datant de 1988 (2), qui ne prend en compte ni l'actualisation des Valeurs Limites Biologiques ni surtout les connaissances sur les propriétés reprotoxiques des composés du plomb chez l'homme, même si les femmes enceintes font elles depuis longtemps l'objet d'une interdiction d'exposition, tout comme les jeunes de moins de dix-huit ans.

## **CONCLUSION**

Le risque d'intoxication au plomb n'a donc pas disparu. Les travaux de rénovation, notamment, exposent les travailleurs du bâtiment au risque de saturnisme. La sensibilisation des professionnels à ce problème est essentielle, et particulièrement celle des artisans. Des documents existent (3,4). Une information et une « re »mobilisation des professionnels de santé s'avèrent également nécessaire sur les risques encourus par les

professionnels. Une action dans ces deux directions est menée, depuis début 2009, en région Centre, sous la double égide de la DRTEFP et du GRSP, en même temps que la DGT et la DGS ont été saisies des problématiques exposées dans cette communication. Enfin le risque d'intoxication saturnine chez les enfants, par importation à domicile de poussières de plomb provenant de chantiers de rénovation, fait l'objet d'une surveillance par le CAPTV et les DDASS.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Garnier R. Toxicité du plomb et de ses dérivés. EMC (Elsevier SAS, Paris), Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-007-A-10,2005.
2. Arrêté du 11 avril 1988 relatif au contrôle de l'exposition des travailleurs au plomb métallique et à ses composés. *Journal officiel* du 19 avril 1988, p. 5188
3. Peintures au plomb. Aide au choix d'une solution technique de traitement. Guide à l'usage des Professionnels du bâtiment. Fiches conseils. OPPBTP, 2001.
4. Salariés du bâtiment: le plomb, vous et votre famille. ED 899.INRS.2003.

## Evaluation du risque plomb sur un chantier de couverture.<sup>◇</sup>

**Docteur D. LEUXE - Docteur J.P. BAUD - B. MARC**

Les onze hectares des toitures du Château de VERSAILLES, réhabilitées entre 1925 et 1963, ont été fortement endommagées par la tempête de décembre 1999, occasionnant des infiltrations d'eau dont les traces sont visibles dans la chambre du Roi et l'appartement de Madame DU BARRY . Les travaux programmés sur une durée de 30 mois nécessitent la dépose de la couverture en ardoise et en plomb, la restauration de la charpente, des sculptures, des ornements et la pose d'une nouvelle toiture identique. Plusieurs corps d'état interviennent sur ce chantier : des couvreurs, des charpentiers, des tailleurs de pierre, des maçons, des ornemanistes, des échafaudiers et des électriciens.

La réfection de la toiture est réalisée par une entreprise de la région lyonnaise, habituée à la réhabilitation de monuments historiques, avec un effectif compris entre cinq et dix salariés dont plusieurs intérimaires.

### **I) NATURE DES TRAVAUX**

#### **A) Dépose de l'ancienne couverture**

Après dépose des ardoises et des tables de plomb, les salariés effectuent l'entretien des pièces de charpente et de la volige : rabotage et remplacement de certains éléments.

#### **B) Phase d'approvisionnement**

16 tonnes de plomb sous forme de rouleaux d'environ 60 kg, prédécoupés en usine, sont acheminés sur la toiture par un ascenseur de chantier et déposés selon un plan de calepinage établi par le conducteur de travaux.

#### **C) Phase de pose**

Les tables de plomb sont déposées sur la charpente et fixées à l'aide d'une masse ou d'un marteau après préchauffage au chalumeau pour les rendre plus malléables. Des pattes de cuivre étamées sont ensuite soudées sur les tables de plomb pour éviter que les plaques ne se soulèvent avec le temps, puis des petites soudures achèvent la finition des travaux de pose.

### **II) MESURES DE PREVENTION MISES EN PLACE**

#### **A) Protection collective**

La toiture est protégée des intempéries, dans sa totalité, par un chapiteau en toile. Aucun système de ventilation et d'aspiration des poussières et des fumées n'est prévu.

#### **B) Protection individuelle**

Les couvreurs portent des gants de manutention lors de l'approvisionnement et de la pose des tables de plomb. Des combinaisons jetables et des protections respiratoires ne sont pas utilisées de façon systématique, des masques filtrants de type FFP3 sont à leur disposition au niveau de la base-vie du chantier.

#### **C) La base-vie**

<sup>◇</sup> Docteur D. LEUXE, O.P.P.B.T.P. Comité Régional PARIS Ile de France  
Docteur J.P.BAUD, O.P.P.B.T.P. Comité Régional Centre-Est  
B. MARC, I.P.R.P. APST BTP Région Parisienne

Elle est installée à environ 300 mètres du chantier dans une zone engazonnée au niveau de l'aile nord du château. Elle est constituée d'un réfectoire indépendant et d'un bungalow vestiaires-sanitaires avec armoires individuelles à double compartiment, patères, lavabos et douches.

La base-vie est commune à l'ensemble des entreprises présentes sur le chantier et le nettoyage hebdomadaire de ces locaux est réalisé, à tour de rôle, par le personnel des entreprises présentes sur le chantier. Les salariés prennent leur repas dans le réfectoire de la base-vie ; de façon générale, ils se lavent les mains avant de déjeuner mais ne se changent pas avant de passer à table. L'état de propreté de la base-vie est relativement satisfaisant.

### **III) LE SUIVI MEDICAL DES COUVREURS**

Le suivi médical des couvreurs est assuré par le médecin du travail de l'entreprise à Lyon.

Une mise en surveillance médicale renforcée est décidée, en accord avec l'entreprise, avec examen clinique annuel et réalisation de plombémies semestrielles.

La plombémie est l'indicateur de référence pour mettre en évidence une contamination par le plomb.

Le décret n° 2003-1254 du 23 Décembre 2003 relatif à la prévention du risque chimique précise qu'une surveillance médicale renforcée des travailleurs est assurée par le médecin du travail si une plombémie supérieure à 200 µg/l pour les hommes (100 µg/l pour les femmes) est mesurée chez un travailleur.

Par ailleurs, le décret fixe des valeurs limites biologiques à ne pas dépasser :

- 400 µg/l pour les hommes,
- 300 µg/l pour les femmes.

Les premières plombémies réalisées le 25 Septembre 2007 sont comprises entre 432 et 516 µg/l et dépassent donc toutes les valeurs limites réglementaires.

Ces anomalies conduisent le médecin du travail de l'entreprise, également médecin-conseil du Comité Régional Centre-Est de l'O.P.P.B.T.P, à faire appel à son confrère médecin-conseil du Comité Régional de Paris Ile de France et médecin du travail du service de santé au travail du B.T.P de Paris, l'APST, pour une visite du chantier avec analyse des conditions réelles de travail et des mesures d'hygiène appliquées.

Les plombémies réalisées le 14 Décembre 2007, le 21 Juin 2008 et le 19 Décembre 2008 restent préoccupantes avec des niveaux proches ou dépassant les valeurs limites fixées par le décret du 23 Décembre 2003. Parallèlement une information sur le risque plomb est de nouveau dispensée par le médecin de l'entreprise à l'ensemble des salariés, en insistant particulièrement sur les mesures d'hygiène.

### **IV) LES METROLOGIES**

Nous proposons de pratiquer :

- des prélèvements surfaciques afin de mettre en évidence une éventuelle contamination de la base vie, et un manque d'hygiène des salariés exposés ;
- des prélèvements d'atmosphère en ambiance de travail au niveau de la zone principale du chantier.

Les prélèvements surfaciques sont réalisés conformément aux dispositions de l'arrêté du 25 avril 2006 relatif au contrôle des travaux en présence de plomb. La surface définie sur le chantier est essuyée à l'aide d'une lingette humidifiée d'eau déminéralisée. Le plomb est dosé au laboratoire par absorption atomique .

Les prélèvements surfaciques sont effectués au niveau des mains des couvreurs, du volant de la camionnette, sur la table des couvreurs dans le bungalow réfectoire, sur la poignée de la porte d'accès aux vestiaires, sur le sol des vestiaires et le sol des sanitaires. Ces mesures sont faites un jour d'approvisionnement du chantier et un jour de pose des tables de plomb.

Les prélèvements d'atmosphère en ambiance de travail : les poussières de plomb sont collectées dans une cassette à filtre de quartz reliée par l'intermédiaire d'un tuyau souple à une pompe de prélèvement individuel.

Les résultats des prélèvements surfaciques : les prélèvements réalisés sur les mains des salariés ont montré la présence de plomb et ceci en plus grande quantité le jour de la pose des tables de plomb que le jour de la phase d'approvisionnement. On peut en déduire que la phase de pose est plus contaminante que la phase d'approvisionnement. Malgré le port de gants, les salariés ont les mains contaminées. Les prélèvements réalisés à la base vie ont montré la présence de plomb sur la table du réfectoire des couvreurs, malgré son nettoyage après chaque repas, et au niveau du sol des vestiaires et des sanitaires. De même, le volant du camion de chantier est contaminé.

Les trois prélèvements d'atmosphère en ambiance de travail montrent des résultats nettement inférieurs à la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle Contraignante ( $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) : le risque de pénétration par inhalation de poussières de plomb dans l'organisme des salariés est donc limité lors de ce type travaux.

## **V) LES MESURES PREVENTIVES PRECONISEES**

- L'hygiène et la base vie : un point d'eau est installé sur le chantier au niveau de la toiture afin d'assurer une meilleure hygiène des mains, un nettoyage soigneux des mains est conseillé avant les repas et avant de fumer. Un nettoyage quotidien de la base vie par les salariés et un grand nettoyage hebdomadaire par une entreprise extérieure est, à notre avis, la meilleure façon d'éviter une contamination chronique des bungalows.
- Avant chaque repas, les tables du réfectoire doivent être correctement nettoyées à l'aide d'un chiffon humide à usage unique.
- Une décontamination du véhicule de chantier doit être pratiquée.
- La prise des repas doit se faire en vêtement de ville, une douche sera prise après le travail.
- Les protections individuelles : port de masque respiratoires P3 lors de la découpe des feuilles de plomb avec des outils électro-portatifs ; port de gants imperméables et doublés lors de la manipulation des tables de plomb, ces gants doivent être régulièrement changés, port de combinaisons jetables.
- Les autres corps d'état : le plomb est présent sur l'ensemble du chantier et l'ensemble de la base vie, les autres corps d'états (charpentiers, maçons, tailleurs de pierre...) doivent être avertis et adopter une bonne hygiène afin d'éviter de se contaminer.

## **VI) CONCLUSION**

La contamination par le plomb suspectée par le médecin du travail à la lecture des taux de plombémies des couvreurs a bien été mise en évidence sur ce chantier. Cette mise en évidence a pu se faire essentiellement grâce à la technique des prélèvements surfaciques. Afin de préserver la santé des salariés nous avons insisté sur l'hygiène. Le point d'eau installé en haut du chantier a été une grande avancée. Lors de la réalisation de la deuxième tranche, des sas de décontamination ont été installés au pied du chantier. L'ensemble des corps d'état a été sensibilisé au risque plomb. Cette action de terrain a pu se réaliser grâce aux contacts des médecins

du travail donc action interrégionale et grâce à l'aide du service de métrologie du service de santé au travail de la région parisienne donc action pluridisciplinaire.



## Résultats des plombémies selon les motifs et l'origine des prescriptions, à l'APST BTP RP en 2007.<sup>◇</sup>

### **Claudine VIGNERON et ses collaborateurs**

Nous souhaitons mieux connaître les professions exposées au plomb dans le BTP, évaluer notre pratique professionnelle afin d'améliorer notre pertinence et trouver un consensus sur nos critères de prescription de plombémies.

Avant d'entreprendre une enquête prospective sur un échantillon représentatif de nos salariés, nous avons décidé de nous intéresser aux résultats des plombémies prescrites dans le service pendant l'année 2007.

L'objectif était d'étudier les résultats des plombémies en fonction des motifs de prescription et des postes de travail occupés.

### **Moyens et méthodes**

**Cette enquête a été rétrospective** : menée par des médecins volontaires sur les dossiers des salariés ayant eu une plombémie pour « risque professionnel plomb » (habituel, occasionnel ou potentiel) au cours de l'année 2007.

A chaque plombémie réalisée a été associé le recueil des éléments suivants :

**le nom du médecin prescripteur, l'âge du salarié, le résultat de la plombémie en µg / litre ; le motif de la prescription .**

Il pouvait s'agir :

- d'un dosage de référence,
- d'une surveillance périodique,
- d'un dosage pour chantier « plombé »,
- d'un contrôle de plombémie élevée,
- d'une demande du salarié,
- d'une demande de l'entreprise ( dans ces deux dernier cas, la plombémie a été prescrite alors que le médecin n'était pas convaincu de la pertinence d'un tel dosage sur le plan strictement médical et préventif),
- et enfin d'une demande d'un intervenant public (essentiellement OPPBTP, CRAM ou inspection du travail).

**La profession du salarié** était notée ; 10 professions ont été retenues : couvreur, démolisseur, désamianteur, électricien, maçon, peintre, plombier sanitaire, plombier travaux publics, conduite et mécanique, maîtrise ; une catégorie « divers » regroupait les professions ne rentrant pas dans cette classification.

**Enfin, la question globale de l'initiative de la prescription était posée**: cette question de synthèse incitait à réfléchir sur l'origine de la prescription. Soit le médecin avait eu la conviction d'avoir initié le dosage de plombémie pour des raisons médicales au sens large. Soit le médecin avait plutôt le sentiment d'avoir répondu à des pressions extérieures de tous ordres alors que le dosage de la plombémie ne lui semblait pas a priori nécessaire en terme de prévention.

**Une colonne observation** permettait au médecin de s'exprimer librement.

---

<sup>◇</sup> Claudine Vigneron et coll.  
APST-BTP-RP, BP1, 110 avenue du Général Leclerc, 92340 Bourg-la-Reine  
[vigneron@apst.fr](mailto:vigneron@apst.fr)

**Le recueil des données a été fait avec le logiciel EpiData et l'analyse avec Epiinfo.**

### **Résultats descriptifs**

**17 médecins du service** sur 51 ont participé à cette enquête ; **en 2007, ils ont effectué 434 prescriptions de plombémie** (sur 1264 demandées au total dans le service).

**L'âge moyen des salariés de l'enquête est de 39 ans.**

**Le motif principal de la prescription** est par ordre de priorité, la surveillance périodique (29% des cas ), le dosage de référence (23%), le chantier plombé (20%) et le contrôle de plombémie élevée (13% des cas ).

Parmi les **professions** surveillées on retrouve essentiellement des maçons (25%), des plombiers TP (23%), des couvreurs (14%) et des démolisseurs (10% ).

**Dans 22% des cas, le médecin juge qu'il n'est pas à l'initiative de la prescription.**

**La moyenne des plombémies retrouvée est de 124µg/l** de sang ( écart type de 101)

**Les résultats des plombémies ont été regroupés en 4 classes :**

- 0 - 100 :plombémie normale: 52% des résultats ;
- 101- 200: plombémie supérieure à la normale mais ne rentrant pas dans le cadre de la surveillance médicale renforcée : 30% ;
- 200 - 400 : plombémie rentrant dans le cadre de la surveillance médicale renforcée mais ne justifiant pas d'écarter le salarié de son poste : 16 % des résultats soit 71 cas sur 434 ;
- Et enfin plombémies > 400 : 2% des résultats soit 9 cas.

### **Analyse des résultats**

A partir de ces résultats bruts, nous avons faits plusieurs tableaux croisés.

**Nous avons croisé la moyenne des plombémies avec le motif de la prescription** : l'étude n'a pas pu montrer de différence significative entre la moyenne des plombémies de référence et la moyenne des plombémies demandées par l'entreprise ou l'institutionnel. On a donc regroupé les plombémies de ces trois motifs pour les comparer aux autres.

Globalement les moyennes de plombémie demandées pour surveillance périodique (173 µg/l), chantier plombé (124 µg/l ) ou contrôle de plombémie élevée (142µg/l) sont significativement plus élevées que les moyennes des plombémies de référence ou demandées par l'entreprise ou un intervenant public (79µg/l) avec  $p < 10^{-4}$ .

On peut donc s'interroger sur la pertinence des demandes de plombémies faites par l'entreprise et les institutionnels.

**Nous avons croisé les résultats des plombémies en classes avec la profession.**

Des tests statistiques n'ont pas pu être faits en raison du faible effectif de certaines classes mais on peut noter que c'est essentiellement chez les couvreurs (18 cas) et les plombiers TP (33 cas) sur un total de 71 dans l'étude, que se retrouvent les plombémies > 200 ; 7 plombémies sur 9 > 400 sont retrouvées chez des plombiers TP. Ils manipulent du plomb « pur » et les mauvaises conditions d'hygiène de petits chantiers ou de chantiers itinérants ont peut-être un rôle dans ces résultats.

**Nous avons enfin comparé les résultats des plombémies en fonction de l'initiative de la prescription.**

La moyenne des plombémies est significativement plus élevée lorsque le médecin est à l'initiative de la prescription (139µg /l) que la moyenne des plombémies lorsque le médecin ne l'est pas (72µg/l). Après avoir supprimé les surveillances périodiques et contrôles de plombémies élevées de la comparaison (car c'est un biais

qui joue en faveur de plombémies plus élevées), lorsque ce sont les médecins qui sont à l'initiative de la prescription, on retrouve une différence significative (103 versus 76 ) avec  $p < 4 * 10^{-3}$  □

**En conclusion:** La non-exhaustivité du recueil sans tirage au sort des prescriptions ou des prescripteurs et l'absence de comparaison de notre échantillon à la population totale (pour des raisons techniques liées au caractère rétrospectif) limitent évidemment les enseignements qu'on peut tirer de cette étude. Elle reste insuffisante pour distinguer a priori les cas où une prescription a de bonnes chances d'être réellement utile de ceux où elle a surtout un intérêt de confort médico-légal.

Face à l'ampleur du problème, une enquête randomisée sur un échantillon représentatif de toutes les professions s'avère nécessaire.

Elle nous permettrait d'explorer de manière plus approfondie l'exposition au plomb de certaines professions du BTP peu documentées et de définir des outils de consensus pour les prescriptions de plombémies.

## Sols Pollués : Evaluation des risques chimiques et surveillance des personnels.<sup>◇</sup>

**Catherine NISSE**

### **Introduction**

La prise de conscience concernant la problématique de gestion des sols pollués est relativement récente. Le Ministère chargé de l'environnement a engagé dans les années 1990 une démarche d'inventaire historique des sites industriels et activités de service potentiellement polluants, encore en activité ou non. La base de données Basias<sup>i</sup> rassemble aujourd'hui des informations sur près de 300000 anciens sites en France. En date du 19/12/2007, la base de données Basol<sup>ii</sup> qui recense les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif, comportait 3740 sites montrant une pollution des sols ou des eaux. Les principaux polluants retrouvés sur ces sites sont les hydrocarbures (40,99 %), le plomb (18,13 %), les hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (17,8 %), le chrome (15,8 %), les solvants halogénés (15,37 %), le cuivre (14,8 %), l'arsenic (12,5 %), le zinc (10,36 %), le nickel (10,49 %), le cadmium (6,4 %). La pollution des sols peut être localisée ou diffuse, elle peut résulter soit d'une contamination accidentelle soit d'un rejet chronique. L'origine est le plus souvent industrielle mais peut aussi être urbaine ou agricole.

Les 3 grands mécanismes pourvoyeurs de pollution des sols sont :

- des décharges (officielles ou sauvages), des dépôts de résidus de production ou de produits chimiques (résidus miniers, scories...),
- des infiltrations ou déversement de substances dans les entreprises dus à des pratiques sommaires d'élimination des déchets ou des déversements accidentels,
- des accumulations dues aux rejets atmosphériques sur plusieurs années voire décennies.

Les circonstances amenant à intervenir sur un site pollué sont :

- la programmation d'investigations en vue d'une étude de risques, ou d'une dépollution
  - sur un site suspect de pollution (décharge..),
  - en fin d'exploitation d'une installation classée,
  - suite à un accident technologique,
  - avant un projet de construction immobilière publique ;
- un projet de construction immobilière.

Les donneurs d'ordre pour la dépollution des sites sont majoritairement les industriels (55% des cas) puis les aménageurs ou promoteurs (25 % des cas)<sup>iii</sup>.

---

<sup>◇</sup> Catherine Nisse.  
Département Universitaire de Médecine et Santé au Travail. Université de Lille2-CHRU.  
1 avenue oscar Lambret 59037 Lille cedex.  
[Catherine.nisse@chru-lille.fr](mailto:Catherine.nisse@chru-lille.fr)

Il existe différentes méthodes de traitement des sols : les procédés physicochimiques, thermiques et biologiques ainsi que le confinement. Elles se distinguent par leur mode de mise en œuvre : techniques ex situ (hors site et sur site) ou techniques in situ et dépendent du type de polluant (hydrocarbures, métaux lourds, produits chimiques divers, etc.) et de la nature du terrain (perméable ou non, granuleux, présence d'eau, etc...). *Les traitements in situ* peuvent consister en une ventilation forcée des sols, un traitement biologique, une stabilisation physicochimique, un confinement, un lavage in situ, une phytostabilisation.

*Les traitements ex situ* comportent une phase d'excavation des terres et sont suivis soit

- par un traitement hors site : en installation de traitement biologique, de désorption thermique, d'incinération, de lavage de terres, en cimenterie, ou en site de stockage de déchets dangereux ou non dangereux ;
- par un traitement sur site : ventilation forcée des sols en terre, traitement biologique par terre, stabilisation physicochimique, désorption thermique sur site, lavage de terres sur site, confinement sur site.

Les activités de dépollution de sols tendent donc à se développer et à impliquer des entreprises de cultures industrielles différentes, qui sont amenées à cohabiter sur des sols dont les risques peuvent être mal cernés : professionnels de la réhabilitation de sites pollués, entreprises spécialisées dans la phytoremédiation, entreprises contribuant à l'élimination des terres contaminées ou des déchets, entreprises du bâtiment...

Les situations sont spécifiques de chaque site et les conditions de travail résultent de différents facteurs : le type de site en terme de structure, de terrain et de polluants attendus, la technique de réhabilitation engagée, la coactivité d'entreprises différentes, les mesures prises pour éviter la dispersion des polluants dans l'environnement (confinement) et qui peuvent ajouter des contraintes aux travailleurs.

## Réglementation

Il n'y a pas de législation spécifique aux chantiers de réhabilitation de sols pollués en matière d'hygiène et de sécurité du travail. On se reporte aux règles dictées par le code du travail pour les chantiers temporaires et mobiles, les entreprises sous traitantes, le risque chimique, les CMR...

Dans le cadre de la sécurité et de la protection de la santé, les principes de prévention du bâtiment et génie civil s'appliquent. Ainsi, le maître d'ouvrage doit déclarer les opérations de plus de 500 homme-jours et désigner un coordonnateur de sécurité dont le niveau de compétence dépend de l'importance du chantier. Parmi les missions qui lui incombent, il doit veiller à la mise en œuvre des principes de prévention, élaborer un plan de coordination établi dès la phase de conception et qui reprend toutes les mesures d'hygiène et de sécurité (circulation, protections collectives, accidents, stockage, définition des zones, organisation des secours...). Un Collège Interentreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail doit être constitué sur les chantiers de plus de 10000 homme-jours et de plus de 10 entreprises intervenantes (opération de bâtiment) ou de 5 (opération de génie civil). En cas d'intervention d'entreprises extérieures un plan de prévention écrit est établi lorsque les travaux excèdent 400 heures.

## Diversité des risques rencontrés

Chaque site pollué se caractérise par une situation spécifique et la multiplicité des facteurs et des intervenants explique la diversité des risques rencontrés et l'impossibilité de généraliser. Les risques habituellement rencontrés résultent de la présence de polluants chimiques, mais également de risques biologiques ou physique associés (radiations ionisantes, risque électrique, vibrations...) et enfin sont liés aux activités et techniques de remédiation utilisées.

**Concernant les risques chimiques**, si les principaux polluants rencontrés sont ceux mentionnés en introduction, ils ne reflètent que ceux qui sont effectivement recherchés dans les sols. Un très grand nombre de polluants est susceptible de contaminer les sols, ce qui rend toute démarche de recherche systématique irréalisable. Les substances les plus pertinentes doivent être choisies par rapport à leur toxicité, leur capacité de persistance et bioaccumulation. Ce sont généralement des métaux et métalloïdes, des Composés organiques volatiles (aromatiques : BTEX ou halogénés : solvants chlorés), des hydrocarbures totaux (solvants pétroliers), des Hydrocarbures aromatiques polycycliques, des Polychlorobiphényles, dioxines et furanes, des pesticides (herbicides ou insecticides). La formation de gaz tel que l'hydrogène sulfuré (résultant de l'action des bactéries sur les sols riches en sulfates contaminés par des hydrocarbures) représente également un danger.

Les voies de contamination dépendent des polluants, ainsi la contamination par les métaux se fera le plus souvent par le biais des poussières et les voies de pénétration seront respiratoires mais aussi digestives. Pour ce qui est des polluants organiques, la voie principale sera respiratoire par le biais des vapeurs mais le contact avec les terres souillées peut aussi conduire à une pénétration cutanée. Les dangers inhérents à chaque substance sont ceux retrouvés dans la littérature. Il faut cependant tenir compte de la solubilité et de la forme (spéciation) sous laquelle les substances se présentent dans le milieu : par exemple, lors d'une pollution au chrome, on s'intéresse à l'importance de la teneur en chrome hexavalent (plus toxique et mobile, mais souvent rapidement réduit en composé trivalent) ou encore lors d'une pollution au mercure, on recherche l'importance de la méthylation (forme plus mobile, absorption et toxicité notamment neurologique plus importante). En cas d'expositions importantes résultant d'une intervention sur site à pollution massive et dans de mauvaises conditions d'hygiène, des signes d'intoxication aiguë ou subaiguë pourraient apparaître. Mais c'est d'avantage l'impact à long terme de ce type d'activité qui est aujourd'hui redouté, en particulier lors de l'exposition à des substances mutagènes ou cancérogènes. Les données de la littérature sur les travailleurs intervenants sur chantier de dépollution sont quasi inexistantes. Elles concernent d'avantage les unités de traitement de déchets que les activités de remédiation de sols pollués. Seules quelques études d'évaluation d'exposition sur sites contaminés par des métaux ou des HAP ont été menées.

Concernant les **risques liés aux activités des entreprises** présentes sur le site on retiendra essentiellement ceux relatifs à l'utilisation d'engins de chantier et aux différentes techniques de rémédiation, ainsi qu'à la coactivité d'équipes d'origines professionnelles diverses.

Les risques d'accident résultent de l'utilisation d'engins et de l'hétérogénéité des sols : explosion, accidents de circulation, chutes dans des fosses, glissement de terrain, ensevelissement...

Les risques chimiques sont également présents ici :

- du fait d'activité d'excavation : exposition aux poussières générées, gaz d'échappement des engins de chantier, COV libérés par des poches de gaz lors de l'excavation,
- ou lors du traitement sur site : émissions de particules et de composés volatils lors de la désorption thermique sur site, ou de la ventilation forcée, exposition aux substances chimiques utilisées pour les traitements de sol (mobilisation des polluants tels que des pesticides avec des solvants lors du procédé par extraction chimique ; déhalogénéation de composés aromatiques halogénés ou de pesticides avec un Polyéthylène glycol alcalin ; réduction et oxydation chimiques de composés inorganiques par l'ozone, peroxyde d'hydrogène, chlore, hypochlorites...

## Problématique de l'évaluation des risques chimiques lors d'interventions sur des sites pollués

L'évaluation des risques s'impose ici, comme dans toute autre activité professionnelle. Elle est cependant rendue délicate du fait des incertitudes concernant les polluants et des variations géographiques ou temporelles possibles, de la multiplicité des intervenants, du caractère temporaire du chantier. Comme toute démarche d'évaluation de risque les phases à respecter seront de recenser, identifier et hiérarchiser les dangers, puis évaluer les expositions et enfin de caractériser les risques pour définir les objectifs et moyens de prévention.

**Le repérage des nuisances chimiques** doit être élaboré préalablement au démarrage de chantier à partir de différentes données : historique des activités sur le site, inventaire des produits fabriqués, utilisés, rejetés sur le site, évaluation des quantités et de l'ancienneté, connaissance du contexte géologique et hydrogéologique, de la topographie, des modes de transfert des polluants, de la vulnérabilité du site, résultats des rejets atmosphériques, résultats d'investigations et de mesures de concentration de polluants dans les sols et les eaux. La principale difficulté est de cerner de la façon la plus exhaustive possible les polluants présents. En effet les informations historiques sont souvent parcellaires et les analyses qui objectivent la contamination ne portent généralement que sur un nombre limité de polluants présumés présents, compte tenu des coûts relatifs à ces analyses. En dehors d'une démarche de décontamination de sols où la problématique de la pollution est au centre de l'évaluation de risque, les travailleurs du bâtiment et du génie civil peuvent être confrontés lors d'un banal projet immobilier à la problématique des sols pollués à leur insu, du fait de l'inexistence des informations, l'historique de la pollution étant ancienne, ou l'évaluation de la pollution n'étant pas dictée par une demande administrative.

La phase d'évaluation de risque consiste aujourd'hui le plus souvent à une évaluation a priori amenant à définir un risque potentiel et à déterminer ainsi les équipements de protection individuelle ou collective à mettre en œuvre.

Une évaluation objective, pourtant source d'informations pertinentes est rarement mise en place. Les raisons en sont probablement les difficultés de mise en œuvre et la notion de caractère temporaire.

**Une démarche objective** s'attardera à cerner tous les éléments qui peuvent faire varier l'exposition :

- connaissance de la localisation de la pollution sur le terrain, travail de cartographie avec sondage et carottages de sols ;
- existence d'un balisage permettant de repérer les zones contaminées et les zones propres ;
- type d'EPI utilisés, modalités de changement et d'entretien, adaptation de ces EPI aux polluants et à la tâche effectuée ;
- type de prévention collective : arrosage ou brumisation pour limiter la dispersion des poussières, captage de polluants (anneaux aspirants, couvercles), travail confiné limitant la dispersion dans l'environnement mais augmentant les niveaux d'exposition pour les opérateurs ;
- travail à proximité directe des polluants (manutention non mécanisée ou travail manuel très exposant tel que récupération et transvasement de futs), proximité des engins de chantier, proximité des unités mobiles de traitement (désorption thermique) ;
- positionnement en tant que piéton ou en cabine d'engin et type de ventilation, de filtration, de pressurisation de cette cabine ;
- organisation du travail : durée, fréquence, ancienneté du travail, rotation des tâches, pauses ;

- organisation de la base-vie et protocoles établis, lave-bottes, décontamination extérieure, vestiaires, douches, sas de décontamination, réfectoire, circulation en zones propre et sale...

L'évaluation objective de l'exposition comporte idéalement des mesures de concentration de polluants. Les concentrations atmosphériques, les frottis de surface et la biométrie apportent des informations complémentaires sur les niveaux d'exposition individuels. Dans tous les cas l'élément limitant est l'incertitude sur les types de polluants présents et la variabilité des expositions d'un jour sur l'autre, en relation avec l'importance de la contamination sur la zone travaillée mais aussi avec les conditions météorologiques.

Les concentrations atmosphériques reflètent les concentrations dans l'air ambiant. Elles donnent une information sur les niveaux d'exposition et la nécessité de protections respiratoires par exemple. Elles peuvent aussi renseigner sur l'efficacité des systèmes de filtration des cabines d'engins. Les techniques de prélèvements sont celles habituellement utilisées en milieu professionnel. Les prélèvements passifs peuvent être utilisés si l'on s'intéresse à certains polluants spécifiques. On préférera des prélèvements individuels dynamiques. Ces mesures apportent des informations quantitatives sur les polluants recherchés mais aussi qualitatives grâce aux techniques analytiques (spectroscopie de masse) qui permettent aujourd'hui de pratiquer un screening des molécules piégées (pour les substances organiques en particulier) et d'obtenir ainsi un profil de pollution. L'interprétation des résultats peut se faire pour chaque molécule par comparaison aux Valeurs limites d'expositions professionnelles (VLEP) lorsqu'elles existent et que les durées de prélèvements sont compatibles (VME et VLEP court terme). Toutefois, s'agissant d'exposition à des mélanges complexes, il est utile de calculer l'Indice de toxicité du mélange ( $\sum [\text{conc}]/ \text{VLEP}$ ) qui doit être inférieur à 1. Les analyseurs de gaz portables par photoionisation peuvent aussi dans ce contexte être d'une grande utilité. Ils permettent de renseigner sur une pollution globale par exemple aux COV ou à certaines molécules inorganiques ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ...) et d'identifier les phases de travail les plus exposantes. Ces détecteurs peuvent être portés en permanence par chaque opérateur et être utilisés en fonction alarme pour faire face à des situations d'exposition aiguë.

Les frottis de surface peuvent être utilisés pour contrôler la contamination à l'intérieur des EPI (gants, masques), ou des lieux présumés non pollués où les opérateurs évoluent sans protection cutanée par exemple à l'intérieur des engins ou de la base-vie. Les résultats de ces frottis ont un intérêt didactique en matière d'hygiène.

La biométrie est complémentaire à la métrologie atmosphérique, elle mesure la dose interne. Elle a pour intérêt d'intégrer l'ensemble des voies de pénétration et tient donc compte des EPI utilisés, en revanche elle ne peut dissocier les imprégnations d'origine professionnelle et extraprofessionnelle (tabac, source environnementale ou domestique, alimentaire...). Pour les toxiques à demi-vie courte elle renseigne sur l'exposition récente mais garde tout son intérêt pour les toxiques cumulatifs. Les inconvénients en sont le nombre limité de paramètres disponibles, les contraintes de prélèvement à respecter (moment du prélèvement, choix des milieux et des supports de prélèvements, conservation et acheminement des échantillons, absence de contamination, existence de Valeur Limite Biologique recommandée, choix du laboratoire). Les protocoles d'échantillonnage dans ce secteur d'activité sont aussi éventuellement difficiles à établir, toujours en raison de l'incertitude sur les polluants présents et des variations d'exposition possibles. Il peut être utile d'avoir un examen de référence en début de chantier, en particulier pour les opérateurs qui enchaînent des interventions sur des chantiers différents, et pour faciliter l'interprétation des résultats ultérieurs. Le choix des paramètres à doser tient compte des polluants attendus lorsqu'ils sont bien déterminés. On peut, dans certains cas, grâce à l'évolution des techniques analytiques proposer des screening (par exemple dosage multiélémentaire de métaux par ICP-MS). La détermination de la fréquence et du moment d'échantillonnage doit être déterminée en fonction des polluants attendus, du cycle de travail. Les résultats doivent pouvoir orienter éventuellement la correction



des mesures de prévention, et entraînent parfois des modifications d'aptitude, ou des arrêts temporaires de chantier. La mise en place de protocole de suivi biologique de l'exposition nécessite l'implication du médecin du travail en amont du démarrage de chantier, ce qui n'est pas toujours aisé pour les chantiers de courte durée.

Il y a très peu de données publiées sur la surveillance atmosphérique ou biologique de l'exposition de travailleurs sur site pollués et les expériences mises en place émanent plus souvent de l'initiative du maître d'ouvrage. Les résultats dans différents secteurs d'activité (reconditionnements de fûts, dépollutions de terres contaminées par des solvants, par des HAP, par des métaux) montrent pour la plupart des niveaux d'exposition inférieurs aux valeurs limites d'exposition professionnelle, avec parfois des pics d'exposition de courtes durées<sup>iii, iv, v, vi</sup>.

## Surveillance Médicale

Compte tenu des incertitudes sur les types et les niveaux d'exposition lors d'intervention sur des sols pollués, la surveillance médicale reste un élément important de la prévention des risques professionnels, même si ce sont les mesures techniques préventives, l'hygiène et l'organisation du travail qui sont déterminantes. Le médecin du travail doit participer à l'élaboration de ces mesures (choix des EPI, avis sur l'organisation du travail, sur les équipements d'hygiène, vestiaires, décontamination ...). La surveillance médicale comprendra une visite avant l'affectation au poste, la fréquence du suivi ultérieur dépendra de la décision d'une Surveillance Médicale Renforcée, dont les motifs sont nombreux (exposition à des agents CMR, vibrations, bruit, équipes alternantes avec poste de nuit...). Le contenu (clinique et biologique) vise à identifier des contre-indications (dermite favorisant la pénétration, pathologie respiratoire, hépatique ou rénale qui pourrait limiter le métabolisme et l'élimination des toxiques ou pathologie pouvant être aggravée par ceux-ci, limitation au port d'EPI), et à dépister d'éventuels effets en rapport avec les expositions. Les informations seront colligées afin d'assurer la traçabilité des expositions et de les restituer au salarié (attestation d'exposition) en cas de surveillance post-professionnelle ou post-expositionnelle. La difficulté de la mise en place d'une surveillance médicale optimale réside d'une part dans l'obtention d'informations sur l'exposition de bonne qualité et avant le début de l'exposition, afin de prescrire une surveillance biologique adaptée, et d'autre part dans la coordination de cette surveillance. En effet la coactivité de plusieurs entreprises est fréquente sur ce type de chantier, il est alors impératif que l'ensemble des intervenants puisse bénéficier du même niveau d'information et de suivi. Il paraît souhaitable que les médecins du travail des différentes entreprises, puissent s'accorder pour organiser le suivi des salariés. Dans le cas d'entreprises extérieures, c'est le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice qui assure les examens entrant dans le cadre de la surveillance médicale renforcée.

Le CISSCT, lorsqu'il est mis en place peut être une occasion d'échanges et de concertation entre les médecins.

## Conclusion

Les interventions sur sols pollués sont amenées à se multiplier et le secteur d'activité de la dépollution est en pleine expansion. La difficulté pour évaluer les risques sur ce type de chantier est réelle, et l'impact sur la santé peut être immédiat ou différé en fonction des polluants présents. La circulation des informations sur les expositions potentielles ou avérées, ainsi que la coordination des actions en matière d'hygiène, de sécurité et de santé au travail sont les éléments fondamentaux de la prévention des risques professionnels dans ce type d'activité.

- 
- i <http://basias.brgm.fr>
  - ii [www.basol.environnement.gouv.fr](http://www.basol.environnement.gouv.fr)
  - iii [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
  - iv Voisin,JC, Aide mémoire BTP. Prévention des accidents et des maladies professionnelles dans le bâtiment et les travaux publics. ED790. INRS. 2009 ; 134p
  - v Levine SP, Costello RJ, Geraci CL, Conlin KA. Air monitoring at the drum bulking process of a hazardous waste remedial action site. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1985 Apr;46(4):192-6.
  - vi Maison A, Hery M, Mouton C. Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués. ED 866. INRS-ADEME. 2002 ; 209p.
  - vii Priha E, Ahonen I, Oksa P. Control of chemical risks during the treatment of soil contaminated with chlorophenol, creosote and copper-chrome-arsenic-wood preservatives. *Am J Ind Med.* 2001 Apr;39(4):402-9.
  - viii Elovaara E, Mikkola J, Mäkelä M, Paldanius B, Priha E. Assessment of soil remediation workers' exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH): biomonitoring of naphthols, phenanthrols, and 1-hydroxypyrene in urine. *Toxicol Lett.* 2006 Apr 10;162(2-3):158-63.

**Travaux sur terrain pollué :**  
**exposition au benzène et dérivés aromatiques.**<sup>◇</sup>

**Dr TAVAKOLI – Dr MATHA – M. VARENNE**

**INTRODUCTION**

Le service de **Santé au Travail Montpellier BTP** est sollicité par une entreprise de travaux publics, devant intervenir sur un terrain déjà traité pour pollution aux hydrocarbures dans le cadre d'un projet routier.

**Contexte**

Le terrain est situé dans un petit port maritime, dans le département de l'Hérault (34).

Suite à une fuite de pipeline (reliant le port à la raffinerie) en Janvier 2003, un mélange de gasoil et d'essence s'est déversé dans le terrain. Les polluants identifiés sont essentiellement des hydrocarbures aromatiques : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène (BTEX).

La découverte fortuite d'une autre pollution aux polychlorobiphényles (PCB ou pyralène) est attribuée au fait que la zone a été utilisée comme décharge sauvage, plusieurs années auparavant.

Suite aux travaux de dépollution du terrain par pompage-écrémage, les études et diagnostics environnementaux concluent à des teneurs en hydrocarbures totaux à la limite du seuil de détection analytique. Pourtant les échantillons prélevés lors des sondages complémentaires avant la phase des travaux en 2007 ont permis de détecter la persistance d'hydrocarbures aromatiques, sur certaines zones du terrain.

**Objectif**

Evaluer le risque résiduel pour les salariés intervenant sur ce chantier, bien que le terrain soit déjà dépollué.

**MATERIEL ET METHODE**

Après avoir pris connaissance du dossier, l'équipe pluridisciplinaire de Santé au Travail a visité le chantier et rencontré le personnel concerné.

Pour évaluer l'exposition des salariés, l'équipe décide d'effectuer, sur une même journée de travail, des prélèvements atmosphériques individuels couplés à des dosages des biomarqueurs urinaires des mêmes polluants.

1- Dosages atmosphériques individuels des hydrocarbures dans la tranche C6-C12 et plus spécifiquement les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène).

L'opération est réalisée à l'aide de pompes de prélèvement SKC224 avec un débit de 0,1 L/mn (norme NFX 43-267 et NFX 43-290 ) sur une journée complète du travail par notre ingénieur IPRP (prélèvements de 7H00 à 17H00, adressés à un laboratoire agréé).

2- Dosages des biomarqueurs urinaires : acide t,t-muconique pour le benzène et acide hippurique pour le toluène (avec prélèvements en début et fin de poste) réalisés par un laboratoire participant à des contrôles de qualité.

---

<sup>◇</sup> Dr TAVAKOLI  
Santé au travail Montpellier BTP - BP 85104 - 34072 MONTPELLIER CEDEX  
[tavakolibtp@orange.fr](mailto:tavakolibtp@orange.fr)

Les deux études ont été réalisées en phase de début des travaux, sur une zone présumée la plus polluée d'après la cartographie. Trois postes de travail sont concernés : deux postes de conduite en cabine climatisée mais non pressurisée (un pelliste, un chauffeur PL), et un poste de manœuvre à distance assistant le pelliste.

- Conditions de travail :

- Chantier de courte durée.
- Météo du jour : vent 24km/h, température à 6 H 00 : 19°C avec une hygrométrie à 64%, température à 16H00 : 24°C avec une hygrométrie à 30% (début juillet 2007).
- Présence d'un technicien environnement effectuant le tri analytique des terres à l'avancement des travaux et une surveillance par explosimètre.
- Mise à disposition de masques à cartouche type A2P3 pour les trois salariés dans l'éventualité d'une pollution accidentelle en cours de travaux.

## RESULTATS

### 1- Prélèvements atmosphériques individuels

	VME mg/m3	Limite de Quantification µg	MESURES µg			
			PELLISTE	MANŒUVRE	CHAUFFEUR P.L	TEMOIN
Hydrocarbures en C6-C12	1000	15	24,5µg (0,4 mg/m3)			
Benzène	3,25 (1ppm)	1,43				
Toluène	192 (50ppm)	1,33				
Ethylbenzène	88 (20ppm)	1,24				
Xylène	221 (50ppm)	3,59				

**MESURES INFÉRIEURES  
À LA LIMITE DE  
QUANTIFICATION**

### 2- Biomarqueurs urinaires

BIOMARQUEURS →	ACIDE t,t-MUCONIQUE (BENZENE) mg/g de creat Fumeur<0,3 Non fumeur<0,1		ACIDE HIPPIRIQUE (TOLUENE) mg/g de creat pop.gén. <1500	
	POSTES DE TRAVAIL ↓	DEBUT POSTE	FIN POSTE *EKA-DFG 2mg/l pour 1ppm **BEI /ACGIH 0,5mg/l Pour 0,5ppm	DEBUT POSTE
PELLISTE (fumeur)	0.11	0.08	236	785
MANŒUVRE (non fumeur)	0.025	0.12	337	396
CHAUFFEUR P.L (Fumeur)	0.10	0.15	1280	639

\*Valeur allemande

\*\* Valeur américaine

## **DISCUSSION**

La biométrie confirme l'absence d'exposition professionnelle significative au benzène et au toluène.

Les fluctuations observées sur l'élimination de l'acide t,t-muconique traduisent l'influence du tabagisme et éventuellement celle de l'acide sorbique et ses sels (conservateurs alimentaires) biotransformés en partie en acide t,t-muconique .

Quant à l'acide hippurique, il est peu spécifique (médicaments et aliments contenant des benzoates) et peu sensible pour les faibles expositions au toluène. Aujourd'hui, on le remplacerait par l'ortho-crésol urinaire qui est plus spécifique et dont le dosage est le reflet de l'exposition du jour même ; en outre il est bien corrélé à l'intensité de l'exposition.

- Concernant le prélèvement atmosphérique individuel, on aurait pu opérer avec un débit d'1L/min sans risque de saturation ; par ailleurs des badges passifs type Gabie ou similaire pourraient être utilisés également, en prévoyant toujours un badge témoin.

- A noter la réutilisation sur site des terres excavées sans traitement particulier.

## **CONCLUSION**

L'action coordonnée de l'équipe pluridisciplinaire, effectuant à la fois des prélèvements atmosphériques individuels et le biomonitoring urinaire, a permis d'évaluer une exposition professionnelle aux polluants et de conseiller salariés et employeurs. C'est dire aussi que les indicateurs d'exposition deviennent des outils incontournables pour la prévention du risque chimique et qu'une opération bien conduite devrait toujours préserver la santé des salariés.

## **REMERCIEMENTS**

Mme Anne NICOLAS, Pharmacien, biologiste (Toxilabo Nantes), Dr Dominique LEUXE (APST Paris), et l'ensemble des intervenants (Entreprises, salariés et bureaux d'études).

## **REFERENCES**

- Fiche FAST : Opérateur de dépollution des sols (n°22-07-06)
- Fiche FAN : sols pollués
- Fiches toxicologiques INRS n°49, n°74, n°77 édition 2004
- INRS ED866 1ère édition 2002 et INRS ED984 2<sup>ème</sup> édition 2007
- Toxicologie industrielle et Intoxication Professionnelle (R. LAUWERYS) 5<sup>ème</sup> édition, 2007
- Sur internet :
  - Site INRS, base de données BIOTOX/METROPOL , consulté en mars 2009
  - ADEME [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr) , consulté en mars 2009

## Les produits noirs : aspect historique et évolution technique.<sup>◇</sup>

Henri MOLLERON

Je ferai tout d'abord deux remarques préliminaires à cet exposé :

1. Pour la première, je tiens à vous remercier de me donner cette occasion de m'exprimer devant vous, moi qui ne suis pas docteur, ni de médecine, ni de chimie, ni de toxicologie ; j'y suis d'autant plus sensible que cela m'a permis d'assister à l'ensemble de ce congrès de 2 jours et que j'y ai beaucoup appris par le sérieux et la qualité des exposés, ce qui constitue une preuve de plus que je n'ai pas vraiment ma place ici !
2. Quant à ma deuxième remarque, elle va me permettre d'introduire notre sujet de la toxicité des fumées de bitume. Je crois qu'il est important, quand on parle beaucoup aujourd'hui de responsabilité des entreprises et de développement durable de souligner le rôle particulier de COLAS et d'un homme, Alain DUPONT qui l'a présidé pendant plus de vingt ans. COLAS est en effet le leader de la profession et probablement le plus gros utilisateur de bitume au monde : cette position lui confère un rôle déterminant auquel il ne s'est pas soustrait. Rappelez-vous : de nombreuses interrogations se sont exprimées au fil du temps sur la dangerosité des fumées de bitume ; des études se sont alors engagées, souvent fragiles et de peu de portée, faute de moyens. Mais la profession était sur la défensive : peu compétente sur ces sujets, elle souffrait d'un complexe de culpabilité du fait de conditions de travail médiocres dans le passé et du syndrome du produit noir (le noir a toujours été la couleur du mal !). Face à une profession frileuse et peu coopérative, les organismes de santé au travail dans le monde voyaient leurs suspicions renforcées, d'autant plus qu'elles confondaient souvent le bitume pétrolier avec le goudron de houille dont la cancérogénicité était avérée. Or c'est bien Alain DUPONT qui a tiré cette situation vers le haut, en forçant la profession en France, en Europe et en Amérique du Nord, grâce aux nombreux mandats patronaux du groupe COLAS, à s'en remettre complètement à la communauté scientifique et en donnant à cette communauté les moyens d'études lourdes et indépendantes. Cet engagement a consisté à organiser des financements de plusieurs millions d'euros et à ouvrir les portes des entreprises de construction, et de COLAS en premier lieu.

En échange, notre groupe n'a demandé que deux choses :

- a. **une haute qualité scientifique**, fondée notamment sur la transparence des méthodes et des protocoles ;
- b. **un dialogue** pour permettre aux entreprises de « noir » de contribuer à l'information qui leur semble pertinente, sans empiéter sur la liberté d'interprétation des scientifiques.

**Un travail de très longue haleine s'est alors engagé :**

1. la première étude lourde commence en effet avec les **travaux d'épidémiologie du CIRC** dès 1996 qui couvrent une des plus grandes cohortes étudiées : 29 820 personnels exposés aux fumées de bitume, 32 245 dans les autres métiers du BTP et 17 757 dans des activités diverses couvrant 8 pays : Allemagne, Danemark, Finlande, France, Israël, Norvège, Pays-Bas, Suède ; cette étude est consacrée

---

<sup>◇</sup> Henri MOLLERON  
Directeur Environnement de COLAS SA

au risque de cancer du poumon par inhalation et sa deuxième phase est désormais achevée ; le docteur STUCKER vous donnera dans quelques instans la primeur des résultats de cette étude ;

2. une autre étude lourde a été réalisée par l'**Institut Fraunhofer** en Allemagne et ses résultats ont été publiés en 2007<sup>1</sup>. Elle s'appuyait sur une population de 500 rats de laboratoire pendant deux ans et portait sur le risque de cancer aussi bien par la voie respiratoire que par l'exposition cutanée ; d'une grande rigueur, elle a permis de définir un protocole de fabrication en laboratoire de fumées de bitume représentatives de la réalité de terrain des utilisations routières du bitume ; ce protocole est maintenant repris par les organismes les plus sérieux : l'INRS a d'ailleurs contribué à sa mise au point et l'utilise désormais dans ses études ; cette étude comportait un volet très détaillé d'analyse histologique à chaque étape et pour chaque scénario d'exposition. Ses conclusions convergent avec d'autres études pour conclure à une absence de risque de cancer chez le rat et à un effet faible d'irritant pour l'ensemble des voies respiratoires (nez, trachée, poumon) ;
3. plus récemment encore, une grosse étude initiée en 2006 est en cours aux USA sur le risque de cancer par la voie cutanée ; cette **étude dite NAPA** associe l'industrie, le NIOSH<sup>2</sup>, l'Université d'Harvard, et les syndicats de la construction affiliés à l'AFLCIO<sup>3</sup>; le comité scientifique inclut une personnalité européenne qui a participé à l'étude du CIRC<sup>4</sup> ainsi qu'une participation des CDC<sup>4</sup>. Il s'agit d'une étude détaillée sur l'homme qui porte sur 144 travailleurs : les voies respiratoire et cutanée sont soigneusement distinguées et les facteurs confondants résultant de l'alimentation, du tabac, des fumées d'échappement, des produits anticollants utilisés par les équipes, ou de l'hygiène corporelle sont suivis et encadrés. Un soin énorme est apporté à l'ergonomie, à la santé et à la sécurité des personnels étudiés. Les derniers résultats de cette étude devraient être connus en fin d'année 2009, mais les résultats provisoires indiquent une bonne convergence avec les deux études précédentes.

#### **On peut maintenant commencer de tirer quelques enseignements de ce travail :**

1. Ces études ont révélé un grand besoin de rigueur dans la définition des protocoles et des méthodes de collecte et d'analyse des données, ce qui rend souvent inutilisables les résultats des études pionnières qui les ont précédées ou qui continuent d'être suscitées dans tel ou tel pays.
2. La première conséquence de ce travail a été de commencer d'y voir plus clair dès le début des années 2000, ce qui a conduit la Médecine du Travail en France à prendre une première position nationale en 2006 : le bitume n'est pas le goudron et le suivi médical renforcé n'a pas lieu d'être ; sur les mêmes bases et à la même époque, la profession adopte la position d'un risque faible et suffisamment réduit. Aujourd'hui, on peut affirmer qu'au niveau international les doutes commencent à disparaître sérieusement sur la nature des risques d'exposition aux fumées de bitume.

---

<sup>1</sup>“24 Months Inhalation Carcinogenicity Study of Bitumen Fumes in Wistar (WU) Rats” par Rainer Fuhst, Otto Creutzenberg, Heinrich Ernst, Tanja Hansen, Gerhard Pohlmann, Alfred Preiss, et Susanne Rittinghausen *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 4(S1): 20–43 ISSN: 1545-9624 print / 1545-9632 online, Copyright c\_ 2007 JOEH, LLC

<sup>2</sup>National Institute of Occupational Safety and Health, service du ministère fédéral de la santé, c'est un peu l'équivalent de la CNAM, des CRAM et de l'INRS dans le domaine de la santé et de la sécurité au travail

<sup>3</sup> Principale confédération syndicale américaine : le taux de syndicalisation du personnel de construction est plus élevé aux USA qu'en France

<sup>4</sup> Hans KROMOUT de l'Université d'Utrecht au Pays-Bas, lequel a développé une méthode semi-quantitative d'évaluation de l'exposition cutanée dans le cadre de la phase 2 de l'étude du CIRC (DREAM model)

<sup>4</sup> Centers for Disease Control : ce sont un peu l'équivalent de l'INVS

3. Rappelons en effet quelques points importants et simples :
- le goudron, dérivé de la houille, est un produit cancérigène qui est très différent du bitume, issu du pétrole, et qui n'est plus utilisé pour construire les routes en France depuis une quarantaine d'année, même si il y a eu pendant cette période une utilisation en technique routière d'autres produits dérivés de la houille pour des applications particulières, utilisations aujourd'hui pratiquement disparues ;
  - l'émission de fumées est divisée par deux chaque fois que la température est diminuée d'une douzaine de degrés<sup>5</sup> ;
  - l'hygiène corporelle reste essentielle et il est toujours prioritaire de faire la chasse à l'usage du fioul (ou pire encore de solvants chlorés ou BTEX) comme anticollant sur le matériel ou pour nettoyer ses mains ou ses outils ;
  - l'étude du CIRC a mis en évidence une diminution de l'exposition du personnel de l'ordre de 6% par an.

**Attardons-nous sur cette baisse de l'exposition en Europe qui a été clairement établie de façon statistique. Comment l'expliquer ?**

- Pour commencer, rappelons qu'il s'agit d'une valeur certes fiable statistiquement, mais qui n'exclut évidemment pas des expositions et des comportements à risque dans une équipe particulière, une entreprise spécifique ou un chantier donné. Il indique simplement que l'exposition a baissé en moyenne sans pour autant que les bonnes pratiques soient universellement respectées, ce qui permet d'ailleurs d'escompter que cette moyenne continuera de baisser avec la diffusion de ces pratiques.
- Observons également que ce chiffre a été établi lors de la première phase de l'étude du CIRC qui n'avait pas encore distingué les facteurs de risques confondants que sont le tabac, les fumées d'échappement et les dérivés de la houille. À cet égard, nous savons que l'exposition à ces trois co-facteurs a fortement baissé :
  - la consommation de tabac a baissé, dans la population générale et probablement dans les équipes de chantier ;
  - les fumées d'échappement ont fortement baissé de par l'évolution des normes européennes sur les engins et les véhicules ;
  - les goudrons de houille ont quasiment cessé d'être utilisés dans les années 1970 tandis que les brais et autres huiles de houille ont connu un déclin considérable dès les années 1990, aussi bien du fait de leur étiquetage que de l'action volontariste de certaines entreprises. Les fameux produits anti-K ont totalement disparu au profit du béton de ciment et des résines, voire de produits d'origine végétale.
- En ce qui concerne la source d'exposition, la température des enrobés a légèrement diminué, de l'ordre d'une dizaine de degrés en une trentaine d'années, ce qui revient à diminuer par deux les émissions de fumées de bitume. La profession s'apprête par ailleurs à connaître une véritable révolution sur cette question avec les fameux enrobés tièdes qui permettent de gagner de 20 à 50°C supplémentaires ; mais reconnaissons qu'ils ne représentent aujourd'hui en France, comme dans le reste de l'Europe, qu'une très faible part des enrobés produits, 1% tout au plus. Ce n'est donc pas

---

<sup>5</sup> "A laboratory rig for studying aspects of worker exposure to bitumen fumes" H.C.A. Brandt, P.C. de Groot, - AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION JOURNAL 60:182-190 (1999)



encore un facteur de réduction des expositions : l'adoption massive de ces techniques prendra encore une dizaine d'années, au minimum, car les maîtres d'ouvrage et leurs maîtres d'œuvre sont encore loin de les avoir acceptées.

- Toujours au niveau de la source d'exposition, il faut reconnaître que la contribution des matériels à cette baisse d'exposition est par contre très marginale en France et en Europe. Les dispositifs d'extraction de fumées sur les finisseurs (machines d'application des enrobés) ne sont pas encore au point en Europe : des travaux de mesure de leur efficacité sont en cours en France avec l'INRS et nous sommes très en deçà des annonces des fabricants de matériel. En Amérique du Nord au contraire, cette approche est très répandue et permet de réduire le volume des émissions d'une bonne trentaine de pour-cent, ce qui appelle deux remarques :
  - les machines obéissent à des normes de performance complètement différentes en Amérique du Nord, ce qui rend ce savoir-faire peu transposable : un finisseur européen est une machine beaucoup plus complexe ;
  - rappelons aussi que l'INRS considère qu'un dispositif de ce type ne présente pas d'intérêt s'il n'atteint pas une efficacité de 80% dans les conditions idéales de la mesure en atelier.
- Au niveau des comportements, il faut noter un premier facteur de réduction des expositions au niveau des tenues de chantier : le port des gants a beaucoup progressé ainsi que la réduction des parties exposées ; moins de jambes ou de torsos nus, même si ces progrès sont difficiles, lents et inégaux.
- Toujours sur le même thème, on observe une forte réduction des usages intempestifs du fioul, que ce soit comme anticollant ou débituminant sur les machines et les outils ou que ce soit comme nettoyant pour les parties exposées du corps.

En conclusion sur ce passage en revue des évolutions des techniques et méthodes, je tiens à insister sur leur forte pertinence statistique, leur réelle efficacité ... et par conséquent sur la nécessité de les adopter plus systématiquement afin d'exploiter plus complètement les gains qu'elles représentent pour réduire l'exposition de nos personnels. Je sais d'ailleurs que les organismes paritaires et la Médecine du Travail sont conscients de ce potentiel d'amélioration et y contribuent fortement dans le cadre de leurs missions.

Ces remarques faites, il ne me reste plus qu'à introduire les exposés qui vont suivre en inscrivant les deux études qui vous seront présentées dans ce contexte plus large :

1. aujourd'hui en effet, le sujet de la toxicité des fumées de bitume peut se résumer à deux types d'effets potentiels, l'irritation et le cancer, et à deux voies d'exposition, cutanée ou respiratoire. Les exigences du règlement Européen REACH conduiront les producteurs pétroliers à formaliser le sujet de façon synthétique, en se coordonnant avec la chaîne des utilisateurs dont les entreprises routières constituent l'essentiel ;
2. globalement, on peut estimer que les études épidémiologiques du CIRC qui vous seront présentées par le docteur STUCKER convergent avec celle de l'Institut Fraunhofer en Allemagne pour statuer sur la question du cancer, en particulier par la voie respiratoire, tandis que l'étude en cours de publication en Amérique du Nord, complètera le thème du risque cutané : ces trois études sont massives et d'une haute qualité scientifique ;

3. il reste trois sujets pour lesquels la connaissance scientifique est encore trop incomplète :
- a. le cas des **utilisations à température élevée du bitume**, en étanchéité et couverture notamment, mais il est probable que les usages à plus de 200°C seront abandonnés rapidement ou fortement encadrés prochainement, du fait même du dossier REACH du bitume ;
  - b. les **mesures d'exposition** effective du personnel : ce sujet est malheureusement mal traité car les protocoles de mesure et de prélèvement sont complètement différents<sup>6</sup> d'un pays à l'autre, ce qui rend les résultats impossibles à comparer et même à convertir. Aujourd'hui, un certain nombre d'articles et de publications reposent encore sur l'erreur involontaire et fréquente de mélanger des chiffres générés par des méthodes complètement différentes et de confondre des limites d'exposition à des composés différents mesurés selon des méthodes différentes ;
  - c. la **quantification des effets d'irritation respiratoire** : on a clairement négligé ce point tant que la communauté médicale et scientifique était littéralement obsédée par la question du cancer. Un travail s'engage désormais dans le cadre du dossier REACH du bitume, et la mesure des expositions reprendra toute son importance puisqu'il s'agit alors d'un effet à seuil ; c'est dire toute l'importance de l'exposé de Jean-François CERTIN qui va maintenant vous présenter le travail de la CRAM des Pays-de-Loire sur le sujet, travail conduit avec la coopération active de l'USIRF, le syndicat de la profession en France, et qui s'appuie sur la méthodologie mise au point par l'INRS

---

<sup>6</sup> Certains mesurent et (réglementent) seulement les COV gazeux (Composés Organiques Volatiles), d'autre le seul BenzoApyrène, d'autres la fraction soluble dans le benzène ou s'attachent aux aérosols, etc.

## Produits noirs

### Évaluation, suivi métrologique et prévention du risque chimique.<sup>◊</sup>

Jean-François CERTIN

**Mots-clés :** [bitume , travaux routiers, hygiène industrielle, évaluation du risque]

#### 1. Introduction

L'évaluation de l'exposition professionnelle aux fumées de bitume conduit à se poser une série de questions classiques en hygiène industrielle : Quelles sont les situations de travail examinées ? Quels sont les produits mis en oeuvre, les polluants à mesurer ? Quelle est la pertinence des traceurs choisis ?

Le risque associé aux travaux routiers a été étudié depuis longtemps. Les procédés de travail, les produits ont évolué. L'approche d'il y a 10 ans ou 20 ans doit être actualisée de façon critique.

#### 2. Champ retenu

Nous nous limitons aux travaux routiers mettant en oeuvre des bitumes. Tous les procédés d'épandage sont considérés : enrobés à froid, à chaud, gravillonnage, ainsi que tous les produits mis en oeuvre : bitumes et tous les additifs, agents de mise en oeuvre.

Toutes les atteintes à la santé sont prises en compte : risque de cancer, risque respiratoire, risque cutané.

#### 3. Résultats antérieurs

Deux périodes distinctes doivent être précisées concernant les travaux routiers.

La première correspond à la mise en oeuvre de dérivés de la houille, brai, goudrons, huiles de fluxage, produits riches en hydrocarbures polycycliques aromatiques, les HPA, avec comme traceur de risque le benzo(a)pyrène. Le risque cancérigène a été alors nettement mis en évidence tant par voie respiratoire que cutanée. Des cas de cancers ont été rapportés et indemnisés comme maladies professionnelles.

La seconde période, récente, associée à l'utilisation quasi-exclusive de produits dérivés du pétrole, principalement le bitume, a été jusqu'ici abordée de façon analogue avec toujours et, presque exclusivement, le benzo(a)pyrène comme seul traceur de risque.

Les bitumes étant considérablement moins riches en HPA que les produits houillers (de l'ordre facteur 1/1000), la conclusion que le risque était maintenant maîtrisé a été retenue par bon nombre de personnes.

Il convient pourtant d'être plus rigoureux. D'autres paramètres d'estimation du risque existent comme la fraction soluble, *asphalt fumes*, faisant l'objet d'une valeur limite TLV de l'ACGIH. La composition chimique d'un bitume et de ses additifs ne se limite pas aux seuls HAP. D'autres constituants présentent des risques ne serait-ce que d'irritations respiratoires.

---

<sup>◊</sup>Jean-François CERTIN  
CRAM des Pays de la Loire - 44 Nantes  
[jean-francois.certin@cram-pl.fr](mailto:jean-francois.certin@cram-pl.fr)

#### 4. Méthodes d'évaluation

L'exposition n'étant pas uniquement respiratoire, le suivi biologique présente l'avantage d'intégrer l'ensemble des voies de pénétration. L'exposition cutanée est due à la fois aux contacts avec des vêtements sales et au dépôt des aérosols sur les parties découvertes.

Le paramètre suivi dans la plupart des études récentes est le 1-hydroxypyrene, métabolite du pyrene, un HPA quatre cycles qui n'est pas cancérigène mais est plus abondant que le 3-hydroxybenzo(a)pyrene, métabolite du BaP. Cette dernière approche a été mise au point récemment par l'INRS. L'interprétation des résultats est délicate. Elle doit intégrer la consommation de tabac et les pratiques alimentaires (barbecues), le « bruit de fond » d'individus non exposés professionnellement. Elle permet surtout de mettre en évidence l'importance de l'exposition cutanée en l'absence de corrélation avec les résultats des prélèvements atmosphériques.

Des campagnes de prélèvements récentes, en ne retenant que le BaP, ont conduit à conclure de façon erronée, que le risque de cancer serait absent. A titre d'exemple, pour 11 chantiers représentant tous les types d'épandage, l'exposition du personnel était inférieure à 10 ng/m<sup>3</sup>, benzo(a)pyrene à une exception près alors que la valeur limite recommandée est de 150 ng/m<sup>3</sup>.

A contrario, la mesure de l'exposition à la fraction soluble solvant montre qu'il existe bien une exposition aux fumées, en particulier lors des chantiers d'enrobés manuels (75 % de dépassements) et dans une moindre mesure pour les chantiers de bitume fluxé (25 % de dépassement). L'appréciation du risque se fait par comparaison avec la valeur limite de l'ACGIH, 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

Le risque respiratoire chronique et d'irritation aigue est donc ainsi assez bien appréhendé bien qu'il existe des différences entre les situations de travail à même niveau de pollution comme le rapportent les opérateurs.

Le risque de cancer est habituellement apprécié en suivant un marqueur de risque. Nous avons vu que le BaP n'est plus opportun. Mais, à ce jour, il n'existe pas d'autre substance identifiée pour évaluer ce risque. Des pistes peuvent être suivies comme celle de rechercher le naphthalène, classé cancérigène de catégorie 3 par l'Union européenne. La mesure des concentrations atmosphériques de naphthalène ne pose pas de difficultés. On doit, comme toujours, s'interroger sur la pertinence de la valeur limite préconisée. Parmi les autres pistes de recherche les polyaromatiques soufrés sont évoqués mais il n'existe pas de méthode de mesure et donc, a fortiori, pas de valeur de référence.

#### Conclusion

L'approche globale avec la concentration de la fraction soluble solvant présente l'avantage de mettre en évidence l'exposition et de sérier les différentes circonstances d'exposition. Ce paramètre n'apporte cependant pas d'évaluation précise du risque.

Il faut abandonner le traceur « classique » HPA qui conduit de façon nette mais erronée à l'absence de risque. Le suivi d'autres paramètres est aujourd'hui prospectif.

Dans ce contexte, la réduction significative des expositions du personnel doit être menée en privilégiant, en particulier, les procédés les moins émissifs (bitume "tièdes"), les fluxants les moins dangereux, les engins munis de capteurs de fumées. En effet, compte tenu des très fortes contraintes physiques de ces travaux (chaleur, manutentions), il est illusoire de penser maîtriser le risque par les seules protections individuelles.

## References

L'étude CIRC, rapport 01/003 d'octobre 2001 IARC epidemiological study of cancer mortality among european asphalt workers.

P. Boffetta et collaborateurs (I. Stücker, INSERM U 170 Villejuif pour la France).

BOFFETTA H.P., A.M. of Alkali Metal Adsorption. Elsevier, Amsterdam.

NIOSH<sup>1</sup> de décembre 2000, « Health effects of occupational exposure to asphalt », soit 0.03 à 4.4 mg/m<sup>3</sup>. Une campagne avec 37 prélèvements conduit à une exposition moyenne de 0.24 mg/m<sup>3</sup> (Hicks 1995).

NIOSH T., H., 1994a, Surf. Sci. 301, 1.

Evaluation de l'exposition aux fumées de bitume lors de travaux routiers

J-F Certin et collaborateurs (CRAM des pays de la Loire, Ass<sup>o</sup> finistérienne de médecine du travail du BTP)

Arch. Mal.prof., 2003, 64, N°3, 157-164

Impacts sanitaires des fluxants, fluidifiants et produits anti-kérosène

CETE Ouest LRPC St Brieuc

Service d'Etudes Technique des Routes et Autoroutes Avril 2006

---

<sup>1</sup> National Institute of Occupational Safety and Health USA

## Le filtre à particules , un moyen efficace pour réduire l'exposition aux fumées Diesel sur les chantiers.<sup>◊</sup>

Jean-Pierre DEPAY, Denis BEMER

L'exposition aux fumées et gaz d'échappement Diesel est estimée comme la plus fréquente des expositions à un cancérigène sur les lieux de travail en France selon l'enquête SUMER 2003.

Ces émissions sont classées comme cancérigènes probables pour l'homme (groupe 2A) par le centre international de recherche contre le cancer (CIRC) et par l'« Environmental Protection Agency » (EPA) aux Etats-Unis . Elles sont reconnues pour être également responsables d'irritations transitoires, d'inflammations et d'altérations de la fonction pulmonaire. Les polluants Diesel exacerbent les allergies respiratoires et augmenteraient les risques cardiaques pour des personnes souffrant de maladies cardio-vasculaires.

Des salariés peuvent être exposés à cette pollution notamment lors de travaux en espaces confinés ou de travaux souterrains. Des résultats de mesure sont regroupés dans la recommandation CRAMIF n°17 concernant les travaux souterrains.

Si des règles de prévention existent dans un certain nombre de situations de travail, l'émission des engins de BTP n'est actuellement pas maîtrisée. Il existe des exemples de pays ayant rendu obligatoire l'équipement des engins de BTP avec des filtres à particules, notamment la Suisse. Cette obligation est faite aux utilisateurs, c'est à dire aux entreprises effectuant les travaux.

La combustion du carburant, principalement le fioul rouge pour les engins de chantier, dans le moteur Diesel produit des polluants.

L'émission Diesel forme une pollution chimiquement complexe comprenant des gaz (CO, NO<sub>x</sub>, oxydes de soufre, hydrocarbures imbrûlés, aldéhydes) et des particules fines.

Les particules se forment dans la chambre de combustion du moteur, elles sont composées d'un noyau formé essentiellement de carbone élémentaire, de carbone organique provenant d'hydrocarbures imbrûlés, ainsi que de cendres provenant de la combustion de l'huile, et de sulfates et nitrates. Sur ce noyau sont adsorbés des composés organiques de composition très complexe (on trouve notamment des composés aromatiques polycycliques, des dioxines). Les particules sont formées par l'agglomération de ces noyaux carbonés primaires de 10 à 80 nm, pour composer un ensemble de particules de taille comprise entre 10 et 300 nm en sortie d'échappement.

L'évaluation du risque généré par la pollution produite par les moteurs Diesel peut se faire en ne ciblant que les deux polluants principaux c'est à dire les oxydes d'azote et les particules.

En France, il n'y a pas de valeur limite pour les particules Diesel et on se réfère à la valeur guide, issue de la réglementation Allemande, fixée à 300 µg.m<sup>-3</sup> pour la fraction correspondant au carbone élémentaire pour les travaux souterrains et à 100 µg.m<sup>-3</sup> pour les autres travaux. Il existe par contre une valeur limite court terme ( VLCT) pour NO<sub>2</sub> fixée à 3 ppm.

<sup>◊</sup> Jean-Pierre Depay, CRAMIF\*  
Denis Bemer, INRS\*\*

\*Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Ile de France, Antenne du Val de Marne, 12 rue Georges Enesco, 94025 Créteil Cedex.

\*\*Institut National de Recherche et de Sécurité, Centre de Lorraine, 1 rue du Morvan, 54519 Vandoeuvre Cedex.

[jean-pierre.depays@cramif.cnamts.fr](mailto:jean-pierre.depays@cramif.cnamts.fr)

Le recours à un filtre à particules (FAP) apporte le moyen de limiter l'exposition des salariés sur les chantiers au niveau le plus bas techniquement possible, en effet ce dispositif a fait la démonstration de son efficacité sur les véhicules légers. Il apparaît donc nécessaire de rechercher les modèles les plus adaptés aux engins de chantier. De nombreuses technologies ont été développées, mais le principe de fonctionnement reste le même.

Dans un premier temps, les particules viennent s'accumuler à la surface du média filtrant, augmentant progressivement la résistance à l'écoulement des gaz et conduisant à un colmatage du filtre, aussi dans un deuxième temps et selon divers procédés, les particules de suies sont brûlées dans le filtre lors de la phase dite de régénération. Les gaz formés, principalement du dioxyde de carbone, traversent le filtre et sont évacués par l'orifice d'échappement. Sur le média filtrant, il va rester des cendres incombustibles, elles devront être éliminées régulièrement par nettoyage du filtre.

Le terme « filtre à particules » ne décrit qu'imparfaitement le mode de fonctionnement de ces systèmes qui sont le siège de réactions chimiques complexes.

Différents types de média filtrant ont été développés afin de collecter les particules de suies, ce sont les céramiques (cordièrite, carbure de silicium,...), le métal fritté...

Les technologies peuvent se différencier par le procédé utilisé pour la régénération, il convient de distinguer : les filtres catalytiques à régénération passive dans lesquels la régénération va s'effectuer automatiquement, en continu, dès que certaines conditions sont réunies (température des gaz, concentration en  $\text{NO}_2$ ) et les filtres à régénération active (par voie électrique ou brûleur) dans lesquels la régénération est déclenchée et pilotée par un système électronique.

Quelle technologie est la plus adaptée pour les chantiers ?

Pour répondre à cette question, la CRAMIF, associée à l'INRS, a décidé de tester sur site des FAP installés sur des engins de chantier afin de s'assurer de leurs performances initiales ainsi que du maintien de celles-ci au cours du temps.

Nous avons procédé à un tour d'horizon des fournisseurs et des systèmes de FAP proposés pour les engins de chantier. Des rencontres ont été organisées avec des fabricants d'engins afin de les informer des risques liés aux émissions diesel et de la démarche entreprise.

La participation dans le projet de partenaires (fabricants de filtre à particules, fabricants d'engins, entreprises de travaux publics) a permis d'élaborer et de conduire des programmes d'essais.

#### Essais sur un filtre à particules à régénération passive

Lors du premier essai nous avons choisi de tester un filtre CRT (Continuously Regenerating Trap) à régénération passive, en effet ce type de filtre est apparu intéressant à évaluer compte tenu de la relative simplicité de son installation, de son moindre coût comparativement à celui d'un filtre à régénération active. Ce filtre CRT a été installé sur une mini pelle moderne.

L'efficacité du FAP neuf a été déterminée par mesure de l'émission en particules de carbone élémentaire sans et avec FAP, en veillant à se placer exactement au même régime moteur lors des prélèvements.

La concentration en particules de suie a été déterminée par prélèvements sur filtre (fibres de quartz, Whatman QMA,  $\Phi$  37 mm). La méthode d'analyse comporte la transformation du carbone en  $\text{CO}_2$  dans un four puis la mesure de la concentration en  $\text{CO}_2$  par coulométrie.

L'efficacité initiale est élevée égale 98,75 % (régime moteur ralenti) et 99,52 % (régime moteur max. sans charge). Les concentrations massiques en carbone élémentaire à l'émission avec FAP sont inférieures à 30  $\mu\text{g.m}^{-3}$ .

Mais après environ 4 mois d'utilisation de la machine sur chantier, le filtre s'est trouvé colmaté et s'est dégradé. Les mesures effectuées ont révélé des concentrations particulièrement élevées comprises entre 1100 et 4580  $\mu\text{g.m}^{-3}$  en sortie d'échappement.

D'autres essais menés avec un filtre CRT à régénération passive ont conduit à des constats similaires. Il est apparu évident que la phase régénération était mal maîtrisée car les conditions nécessaires ne sont pas toujours réunies sur chantier (température des gaz insuffisante, teneur en soufre du carburant trop élevée,..).

#### Essais sur un filtre à régénération active par voie électrique

Ces essais ont été effectués avec un filtre en métal fritté, monté sur une pelle neuve, en 2008.

La combustion des suies est contrôlée par une résistance électrique et l'ajout d'un additif à base de fer au carburant. L'engin fonctionnait avec du fioul rouge, la teneur en soufre du carburant a été contrôlée, elle était de 610 ppm.

Un bilan complet des performances du filtre a été effectué en confiant les mesures au laboratoire Suisse en charge des essais VERT. Ce filtre a montré une réduction très importante de l'émission des particules de 20 à 300 nm avec une efficacité supérieure à 99,98 %.

En ce qui concerne les gaz, le FAP entraîne une diminution sensible de l'émission  $\text{NO}_x$  lors des essais effectués en charge. Aucune influence sur les hydrocarbures imbrûlés n'a été observée.

Seul une légère augmentation de la concentration de CO a pu être observée lors des essais en pleine charge.

Après environ 7 mois d'utilisation sur chantier, la machine a fait l'objet d'une nouvelle série de mesures. Les résultats confirment le maintien de la très bonne efficacité du FAP. Les données relatives aux gaz CO, NO,  $\text{NO}_2$ , sont également conformes à celles établies lors des tests initiaux.

Le rapport précise que la régénération avec la résistance électrique et l'ajout d'additif fonctionne très bien.

### **Conclusions**

Les filtres à particules constituent le meilleur moyen de réduire efficacement les émissions de particules des moteurs Diesel. Pour les engins de chantier, le choix du FAP apparaît plus complexe que pour d'autres applications, compte tenu des contraintes inhérentes à ces machines: fonctionnement discontinu limitant les plages stables à température élevée des gaz, utilisation de carburant riche en soufre, montage en « rétrofit » souvent difficile.

L'étude menée par la CRAMIF et l'INRS montre que certaines technologies de filtres (FAP à régénération passive type CRT) ne semblent pas bien adaptées aux engins de chantier, sauf si une étude préalable des profils de température des gaz d'échappement, complétée par un contrôle du fonctionnement du filtre et l'utilisation d'un carburant sans soufre (<10 ppm), permet de valider effectivement le dispositif.

Actuellement seuls les FAP à régénération active avec ajout d'additif, semblent vraiment bien adaptés : hautes performances de filtration, peu d'émissions secondaires, autonomie complète de la régénération, combustion complète et rapide des suies.

Enfin, notre expérience montre que seuls les filtres disposant d'un système de pilotage électronique de la régénération sont susceptibles d'être bien acceptés par la profession du BTP.



Il apparaît de plus indispensable que les utilisateurs ainsi que les services de maintenance soient informés de la mise en place d'un FAP. Le conducteur doit être en mesure de lire les indications concernant la contre-pression et d'interpréter les signaux d'alarme.

Avec le filtre à particules, nous avons un moyen efficace pour protéger la santé des salariés du BTP, nous devons maintenant faire connaître cet équipement et le recommander sur les chantiers pour équiper en priorité les engins destinés aux travaux souterrains.

### **Bibliographie :**

- 1) Recommandation CRAMIF n°17 « Travaux souterrains », DTE 107.
- 2) Courtois B., Le Brech A., Diébold F., Lafon D. « Moteurs Diesel et pollution en espace confiné », ND 201, ed. INRS (2005).
- 3) Publication IFP – « Panorama 2005 - Les techniques de dépollution des véhicules industriels».
- 4) Liste des filtres OFEV/SUVA. Système de filtres à particules testés et éprouvés pour l'équipement de moteurs diesel. Décembre 2008.
- 5) Barbusse S., Plassat G. « Les particules de combustion automobile et leurs dispositifs d'élimination ». Rapport ADEME (2005).
- 6) A. Mayer and 50 Co-authors. "Particle filter retrofit for all Diesel engines". Haus der Technik Fachbuch, Expert Verlag (2008).

**Les risques liés à la mise en oeuvre  
des produits isolants d'écoconstruction.**<sup>◇</sup>

**Dr Ghislaine SERRANO-DUCHALET - Dr Suzanne DEOUX**

Si les risques sanitaires sont connus dans la construction traditionnelle, les produits de construction dits « bio-sourcés » jouissent d'une notoriété « d'absence de risque ». Un matériau dit « naturel » ou écologique est-il réellement un matériau sain ? Un matériau recyclant des déchets industriels ne présente-t-il aucun risque sanitaire ? Les critères environnementaux sont-ils suffisants pour garantir l'innocuité d'un matériau ? L'engouement actuel des maîtres d'ouvrage pour ces solutions constructives alternatives intègre-t-il aussi les enjeux sanitaires, en particulier, lors de leur mise en œuvre ? La sensibilisation des entreprises et de leurs salariés est nécessaire pour limiter les expositions aux poussières organiques, aux spores fongiques, aux retardateurs de flamme, aux insecticides... lors de l'application des produits d'écoconstruction.

## 1 - INTRODUCTION

Le bâtiment est le premier environnement de l'homme par sa proximité et par le temps passé. La qualité de cet environnement bâti se mesure habituellement par sa durabilité, sa sécurité, son utilisation, son entretien, mais aussi par son impact sur la santé : **soit lors de la mise en œuvre** (construction ou réhabilitation) d'où la création en France de la médecine du travail en 1946, **soit lors de l'occupation**. Ainsi, la notion **d'écoconstruction** est apparue à la fin des années 1960. L'écoconstruction a pour objectif la réalisation de bâtiments à faibles impacts environnementaux par leur intégration respectueuse dans le milieu naturel, rural ou urbain, par l'économie de matières premières et d'énergie, par l'utilisation raisonnée de ressources locales et naturelles. Cette vision constructive participe à la stratégie du développement durable en raison de l'interaction du bâtiment avec tous les facteurs environnementaux : air, eau, énergie, déchets, végétation, transports.

De nouveaux chantiers apparaissent où sont utilisés des matériaux dits « naturels », synonymes de sains pour beaucoup d'acteurs du bâtiment. Est-ce que les matériaux naturels, écologiques, ou recyclant des déchets sont réellement des matériaux sains ? Si la dangerosité des poussières de bois et de silice, la toxicité des colles et des produits de traitement des bois sont connues, qu'en est-il de ces nouveaux matériaux ?

## 2 – RISQUES LIES A LA NATURE DES ISOLANTS D'ECOCONSTRUCTION

Si les maladies professionnelles liées à la mise en œuvre des produits traditionnels de construction relèvent de divers tableaux du régime général (TRG), les risques liés à la mise en œuvre des produits « bio-sourcés » sont peu connus et peu étudiés à ce jour.

### 2-1 Les isolants végétaux

#### • Le chanvre, le lin, le coton, la cellulose, le liège et les fibres de bois

<sup>◇</sup> Dr Ghislaine SERRANO-DUCHALET, médecin du travail service santé travail SRAS-BTP (SRAS-BTP, service régional d'action sociale du bâtiment et de travaux publics. 11 Boulevard des récollets 31078 Toulouse cedex) et médecin conseil OPPBTP (OPPBTP, organisme professionnel de prévention pour le bâtiment et les travaux publics)

[ghislaine.serrano@wanadoo.fr](mailto:ghislaine.serrano@wanadoo.fr)

Dr Suzanne DEOUX, Professeur associé à l'Université d'Angers - Ingénierie des Stratégies de santé dans les bâtiments - ISSBA (ISSBA, Institut supérieur de la santé et des bioproduits d'Angers-UFR Sciences Pharmaceutiques et Ingénierie de la Santé Consultante MEDIECO (MEDIECO, Qualité Santé en maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre. [www.medieco.info](http://www.medieco.info))

Les matériaux d'isolation issus de ces différentes matières premières sont proposés sans liant (vrac, flocons, soufflage, projection) ou avec liant (en rouleaux ou en panneaux semi-rigides). Ce dernier est le plus souvent du polyester représentant 15 à 20 % du produit. Des liants à base d'amidon de maïs commencent à être utilisés dans des isolants de fibres de bois et de chanvre. Les panneaux de fibres de bois fabriqués par méthode humide sont liés par la résine du bois, la lignine alors qu'avec un procédé à sec, le liant est du polyester ou du polyuréthane.

Ces produits d'origine végétale présentent une fragilité particulière aux conditions d'humidité sur les chantiers avec, pour corollaire, le risque d'un développement fongique qui peut être une source d'exposition lors de la mise en œuvre.

Bien que les études disponibles concernent les utilisations de ces matières végétales dans l'industrie et non dans la construction, les risques sanitaires sont liés à l'inhalation de poussières organiques lors de la mise en œuvre. L'exposition respiratoire est majorée lorsque ces produits sont répandus en vrac ou soufflés. Elle peut entraîner l'apparition de rhinites, d'asthmes professionnels pouvant se compliquer d'insuffisance respiratoire chronique, de pneumopathies d'hypersensibilité (bronchoalvéolites et fibrose pulmonaire). Ces affections sont inscrites au tableau des maladies professionnelles du régime général (TRG 66 et 66 bis) pour des travaux en présence de protéines en aérosol ou de spores de moisissures contaminant des particules végétales. La concentration en allergènes fongiques des produits isolants végétaux varie selon les conditions climatiques lors de leur récolte. Elle peut être très élevée après des périodes pluvieuses. Des syndromes respiratoires obstructifs ou des broncho-pneumopathies chroniques obstructives sont aussi mentionnés au TRG 90A/B par inhalation de poussières textiles végétales (coton, lin, chanvre).

A la différence des laines minérales, la constitution fibreuse de ces matériaux a donné lieu à très peu d'études expérimentales qui ont toutefois mis en évidence le caractère pro-inflammatoire des fibres de cellulose, comme le mentionnait déjà l'INSERM, en 1999, dans son rapport sur les « Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante ».

L'innocuité de l'exposition aux additifs n'a pas fait l'objet d'une réelle évaluation sanitaire. Il s'agit des antifongiques, des insecticides, des ignifugeants, des liants polyesters ou issus de la chimie verte. Les ammoniums quaternaires sont utilisés dans les isolants alternatifs comme retardateurs de flamme et antifongiques. L'inhalation de ces composés est responsable de rhinites et d'asthmes professionnels, même si les travaux répertoriés dans le TRG 66 ne concernent, pour l'instant, que la désinfection. Très récemment, les composés de bore (acide borique et tétraborate de sodium) ont été classés toxiques pour la reproduction R2 par l'Union européenne. Ils sont utilisés dans les isolants végétaux pour les mêmes propriétés que les ammoniums quaternaires. Pour éviter la dégradation des isolants à base de fibres textiles par les insectes (mites), ces produits reçoivent un traitement à base de pyréthrine de synthèse, en général, la perméthrine. Quelques symptômes d'irritation oculaire, cutanée ou respiratoire ne sont pas exclus lors de la pose. Pour le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), la perméthrine est inclassable quant à sa cancérogénicité (groupe 3) alors que l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) l'a classé cancérogène possible pour les utilisations non alimentaires.

#### • La paille

Après l'utilisation dans le torchis, la paille est employée dans la construction de murs en ballots compressés et enduits généralement de chaux. Il existe aussi des panneaux pour murs et plafonds en paille compressée et

contre-collée par du carton. Contrairement au foin qui se décompose et qui est évidemment à proscrire, la paille a une certaine pérennité. Lors de la pose, les ballots doivent être bien secs. La durabilité de la paille s'explique par sa perméabilité à la vapeur d'eau. Une humidité qui ne peut s'évacuer conduit inévitablement au pourrissement de la paille et au développement de moisissures. Les travaux effectués en présence de spores de moisissures contaminant des particules végétales peuvent avoir des conséquences sanitaires respiratoires allergiques les risques sanitaires reconnus maladies professionnelles TRG 66.

## **2-2 Les isolants animaux**

### **• La laine de mouton**

Pour éviter le risque de dégradation par les mites, les isolants en laine de mouton liée avec 12 à 15 % de polyester reçoivent un traitement antimite qui est, soit un dérivé d'urée (MITIN®), soit de la perméthrine, soit des composés de bore. Les risques sanitaires possibles lors de la mise en œuvre ont été évoqués plus haut.

### **• Les plumes de canard**

Les isolants sont composés de 70 % de plumes traitées antifongique avec des sels d'ammonium quaternaire, de 10 % de laine de mouton traitée antimite avec de la perméthrine et de 20% de fibres polyester comme liant. Les risques liés à l'inhalation de poussières et d'aérosols de protéines animales sont reconnus en maladies professionnelles TRG 66.

## **3- LA PREVENTION DES RISQUES**

La mise en œuvre des isolants d'éco-construction ne déroge pas aux prescriptions habituelles de prévention des risques sur les chantiers du bâtiment. La prévention doit être adaptée aux modes de pose en privilégiant toujours la méthode la moins poussiéreuse, la moins productrice d'aérosols et la moins salissante. La pénétration respiratoire est limitée en évitant la production de poussières par des découpes avec des outils manuels (couteaux à isolants, massicots) et, si nécessaire, avec des appareils à vitesse lente ou avec une aspiration intégrée. La prévention collective lors de la pose d'isolants sur les chantiers doit être toujours envisagée en priorité. La protection respiratoire de type P3 s'avère néanmoins indispensable ainsi que le port de lunettes. Les recommandations habituelles d'hygiène doivent réduire également le risque de pénétration cutanée.

## **4- CONCLUSION**

L'objet de cette publication est d'amorcer une réflexion : est ce que les matériaux naturels, écologiques, ou recyclant des déchets sont des matériaux sains ?

Il est important d'informer les employeurs et les salariés que le terme « écologique » ne signifie pas automatiquement « non dangereux pour la santé ». Se renseigner sur la composition chimique du produit utilisé, lire les étiquettes, récupérer les fiches de données de sécurité et les fiches de déclarations environnementales et sanitaires, contacter le médecin du travail, reste toujours pertinent avec les produits dits « naturels ».

Une fiche comparative de synthèse, jointe en annexe, apporte l'information nécessaire aux entreprises du bâtiment et aux compagnons sur la nature des matériaux écologiques.

Des labels existent, souvent avec des exigences très différentes. Ils sont néanmoins une aide au choix de produits à plus faible impact environnemental, mais également sanitaire : écolabel européen (<http://europa.eu.int/ecolabel>), label Natureplus ([www.natureplus.org](http://www.natureplus.org)), label allemand Ange Bleu ([www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)), label Emicode EC1 ([www.emicode.de](http://www.emicode.de)).

#### **Bibliographie :**

1. Déoux S.- Déoux P.- Le guide de l'habitat sain. : Habitat Qualité Santé pour bâtir une « santé durable »- Medieco éditions -2éme édition ; 2004 ; 537 p
2. Recommandation adoptée par comité technique national des industries du bois, ameublement, papier et carton, textile, vêtements, cuirs et peaux, pierres et terres à feu le 24 mai 2005 modifiée le 1 juin 2006, Direction des risques professionnels
3. INRS – Dossier Web Les Fibres, mise à jour 17-04-2008
4. INRS – Dossier Web Les Risque cancérrogène en milieu professionnel, mise à jour 21-03-2007
5. INRS – Dossier Web Recommandation R418 – Industries textiles transformant les fibres végétales (coton, lin, chanvre, sisal) Amélioration des conditions de travail - 2005 2p
6. INRS – Dossier Web Risque chimique, mise à jour 18-09-2008
7. INRS – Dossier Web Les solvants, mise à jour 18-01-2007
8. INRS – Les maladies professionnelles -Guide d'accès aux tableaux de régime général et du régime agricole de la sécurité sociale- ED 835 -7 éme édition- Novembre 2008 -360 p

**En annexe, page suivante : Tableau éco-construction**

Type d'isolant Nature des risques	Divers additifs variables selon les fabricants	Effets santé	Maladie Professionnelle	Protection collective PRORITAIRE	Protection individuelle
<b>Chanvre</b> Poussières Teneur en silice non négligeable Produits chimiques Microorganismes Psoques (insectes)	- liant polyester ou amidon de maïs (laines) - silicate de sodium (vrac) - chaux (enduit et béton de chanvre) - bitume (granulats) - retardateur de flamme : ammoniums quaternaires ou acide borique et tétraborate de sodium	- rhinite, asthme - insuffisance respiratoire - pneumopathie d'hypersensibilité (bronchoalvéolite et fibrose pulmonaire) - syndrome respiratoire obstructif aigu - bronchopneumopathie chronique obstructive - rôle des endotoxines bactériennes - rôle des mycotoxines - acide borique et tétraborate de sodium classés reprotoxiques R2 - Rapport INSERM 1999 : non considéré	<b>TRG66 TRG66bis TRG 90</b>	- capter les poussières à la source  - utiliser les techniques moins poussiéreuses	- masque filtrant FFP3 - vêtements de travail - gants (chaux)
<b>Cellulose</b> Fibres Poussières Produits chimiques Microorganismes	- papier journal recyclé (encres) - liant polyester ou polyéthylène (ouate) - antifongique et retardateur de flamme : acide borique et tétraborate de sodium - hydroxyde d'aluminium	- poussières : effets peu connus ? - rôle des endotoxines bactériennes : asthme, alvéolite, ... - Rapport INSERM 1999 : Biopersistance élevée et effets inflammatoires - Mesures NIOSH : 8000 fibres /l lors du soufflage et flocage 55 mg/m <sup>3</sup> de bore (combles) - acide borique et tétraborate de sodium classés reprotoxiques R2	<b>TRG66</b>	- capter les poussières à la source  - utiliser les techniques moins poussiéreuses	- masque filtrant FFP3 - vêtements de travail - lunettes de protection lors de l'insufflation, de la projection et de l'épandage
<b>Coton</b> Poussières Produits chimiques Microorganismes	- liant polyester (laine) - insecticide antimite : perméthrine - retardateur de flamme et antifongique : ammoniums quaternaires ou acide borique et tétraborate de sodium	- rhinite, asthme - insuffisance respiratoire - pneumopathie d'hypersensibilité (bronchoalvéolite et fibrose pulmonaire) - syndrome respiratoire obstructif aigu - bronchopneumopathie chronique obstructive - rôle des endotoxines bactériennes - rôle des mycotoxines - acide borique et tétraborate de sodium classés reprotoxiques R2 - Rapport INSERM 1999 : non considéré	<b>TRG66 TRG66bis TRG 90</b>	- capter les poussières à la source  - utiliser les techniques moins poussiéreuses	- Masque filtrant FFP3 - Vêtements de travail - lunettes de protection lors de l'application par soufflage
<b>Fibres de bois</b> Poussières Produits chimiques Microorganismes	- liant : • lignine du bois dans procédé humide • liant polyester ou PVA ou amidon de maïs dans procédé sec • ciment magnésien • bitume ou paraffine (étanchéité sous toiture) - retardateur de flamme et antifongique : ammoniums quaternaires	- lésions eczématiformes - conjonctivite, rhinite, asthme - pneumopathie d'hypersensibilité (bronchoalvéolite et fibrose pulmonaire) - cancer des fosses nasales, de l'ethmoïde et des autres sinus - émissions de COV (panneau bituminé sous toiture)	<b>TRG47 TRG66bis</b>	- capter les poussières à la source  - utiliser les techniques moins poussiéreuses	- Masque filtrant FFP3  - Vêtements de travail
<b>Laine de mouton</b> Poussières Produits chimiques Microorganismes	- liant polyester ou polypropylène - insecticide antimite : sulcofuron (Mitin FF®) ou perméthrine - retardateur de flamme et antifongique : ammoniums quaternaires ou acide borique et tétraborate de sodium	- inflammation respiratoire - rôle des endotoxines bactériennes - acide borique et tétraborate de sodium classés reprotoxiques R2	<b>Suspicion TRG66</b>	- capter les poussières à la source  - utiliser les techniques moins poussiéreuses	- Masque filtrant FFP3  - Vêtements de travail
<b>Plumes de canard</b> Poussières Produits chimiques Microorganismes	- liant : polyester - retardateur de flamme et antifongique : ammoniums quaternaires - insecticide antimite : perméthrine	- rhinite, asthme - insuffisance respiratoire - pneumopathie d'hypersensibilité (bronchoalvéolite et fibrose pulmonaire) - syndrome respiratoire obstructif aigu - bronchopneumopathie chronique obstructive - rôle des endotoxines bactériennes	<b>TRG66 TRG66bis</b>	- éviter dispersion des plumes	- Masque filtrant FFP3  - Vêtements de travail
<b>Lin</b> Poussières Produits chimiques Microorganismes	- liant polyester - retardateur de flamme et antifongique : ammoniums quaternaires ou acide borique et tétraborate de sodium - insecticide : perméthrine - pulvérisées silicate de sodium	- Moins de poussières/cellulose - Rhinite, asthme - Insuffisance respiratoire - Fibrose, alvéolite - Risque endotoxines bactériennes - acide borique et tétraborate de sodium classés reprotoxiques R2 - Rapport INSERM 1999 : non considéré	<b>TRG66 TRG 90</b>	- Capter poussières à la source - Techniques moins poussiéreuses	- Masque filtrant FFP3 - Vêtements de travail
<b>Paille</b> Poussières Microorganismes	- barbotine à la chaux (contre les rongeurs) - enduits intérieur et extérieurs (chaux)	- allergie ? - risque moisissures	<b>Suspicion TRG66</b>	- Eviter humidité	- Masque filtrant FFP3 - Vêtements de travail - gants (chaux)
<b>Liège</b> Poussières Produits chimiques Microorganismes	- liant : résine naturelle (subérine) ou polyuréthane (panneau) - granulats (vrac)	- pneumopathie d'hypersensibilité (bronchoalvéolite et fibrose pulmonaire) - émission de COV	<b>TRG66bis</b>	- Eviter humidité	- Masque filtrant FFP3 - Vêtements de travail

**Expositions aux agents chimiques, aux cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques chez les ouvriers du BTP : résultats de l'enquête sumer 2003.**<sup>◇</sup>

**Nicolas SANDRET - Bernard ARNAUDO - Isabelle CAMUS -  
Camille PEUGNY - Raphaëlle RIVALIN - Dominique WALTISPERGER**

### **Introduction**

La surveillance des risques professionnels au travers des enquêtes Sumer poursuit deux objectifs : établir une cartographie nationale des expositions, notamment aux risques chimiques (nature et effectifs concernés) et suivre leur évolution dans le temps.

Le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) emploie 1,3 million de salariés en 2003, dont près des trois quarts sont des ouvriers masculins, exposés à des risques chimiques spécifiques.

### **Matériel et méthode**

L'enquête est réalisée par des médecins du travail volontaires qui tirent au sort des salariés à l'occasion de leur visite périodique.

Les expositions aux produits chimiques sont recensées sur la dernière semaine travaillée, afin de cerner au plus près la réalité du travail des salariés enquêtés. La durée hebdomadaire est prise en compte pour chacune de ces expositions .

### **Résultats**

L'enquête s'est déroulée sur le terrain de juin 2002 à fin 2003. 1 792 médecins du travail, soit plus de 20 % des médecins du travail en exercice, ont tiré au sort 56 314 salariés, dont 49 984 ont répondu.

Dans la construction, huit ouvriers sur dix sont exposés à au moins un produit chimique, contre six sur dix dans l'industrie. Certaines expositions sont prolongées : 17 % des ouvriers (et 60 % des maçons) sont exposés au ciment plus de 10 heures par semaine.

Les ouvriers de la construction sont plus fréquemment exposés que les autres à un produit cancérogène : 42% (et même 60% pour les ouvriers des travaux publics) contre 30 % dans les autres secteurs. En revanche ils ne sont pas plus souvent que les autres ouvriers confrontés à plus de deux cancérogènes (4 %), à l'exception des ouvriers des travaux publics (7 %).

Dans la construction les cancérogènes les plus répandus sont les poussières de bois, la silice cristalline, les gaz d'échappement diesel, les goudrons de houille et dérivés, les huiles entières minérales et l'amiante.

<sup>◇</sup> Nicolas Sandret<sup>1</sup>, Bernard Arnaudo<sup>2</sup>, Isabelle Camus<sup>3</sup>, Camille Peugny<sup>4</sup>, Raphaëlle Rivalin<sup>4</sup>, Dominique Waltisperger<sup>4</sup>

1- Inspection médicale du travail, DRTEFP Ile de France

2- Inspection médicale du travail, DRTEFP Centre

3- Inspection médicale du travail, DRTEFP Rhône-Alpes

4- Direction de l'Animation de la Recherche, des études et des Statistiques (DARES), Département Conditions de Travail et Santé, Ministère du travail, des relations sociales, de la famille et de la solidarité.

3% des ouvriers de la construction restent exposés à des fibres d'amiante, 1% dans les autres secteurs. Les plus exposés sont les couvreurs (16%).

Parmi les ouvriers exposés à l'amiante dans le BTP, 64 % disposent de protection respiratoire, contre 38 % dans les autres secteurs.

Les ouvriers du BTP sont plus exposés aux produits reprotoxiques que les ouvriers des autres secteurs (3% contre 2 %), notamment au plomb et à ses dérivés, surtout ceux du second œuvre (5 %).

## **Discussion**

La force de cette enquête repose d'une part sur l'expertise des médecins du travail qui peuvent administrer un questionnaire parfois très technique, d'autre part sur le grand nombre de salariés enquêtés, ce qui permet de quantifier des expositions à des risques relativement rares.

Cependant pour les expositions liées à des activités ponctuelles ou irrégulières, le nombre de salariés exposés au cours d'une semaine donnée est nettement inférieur au nombre de salariés exposés au cours de l'année. Cela peut entraîner une sous-estimation du nombre de salariés exposés.

Dans le secteur de la construction, les cancérogènes les plus fréquents sont en général des produits pour lesquels l'exposition est mal maîtrisée, avec des temps d'exposition souvent longs. Pour ce type d'exposition, le principe de substitution ne peut être appliqué qu'avec difficulté. De plus, la mise en place d'une protection collective est souvent complexe et coûteuse.



> P\_ABDELMALEK\_KANDOUCI\_TALEB

**Mésothéliome pleural malin**

**à propos de trois cas dans une entreprise de fabrication de matériaux pour le BTP.** <sup>◇</sup>

**M. ABDELMALEK - A.B. KANDOUCI - A. TALEB**

**Résumé**

Dans le cadre du suivi en santé au travail une unité de fabrication de fibro-ciment, nous rapportons trois cas de mésothéliome pleural, détectés cliniquement et par l'imagerie et confirmés par l'histologie

**OBSERVATION N°1**

M. LB âgé de 60 ans, conducteur d'engin pendant 24 ans.

L'examen clinique : amaigrissement important, douleur thoracique

La radiographie thoracique :

- une pleurésie de petite abondance à droite;
- un épaissement de la plèvre médiastinale.
- une opacité sus hilaire droite compatible avec la présence d'une adénopathie.

La ponction pleurale a ramené un liquide clair, exsudatif.

La TDM thoracique :

- un aspect épaissi de la plèvre médiastinale;
- des images nodulaires pulmonaires et sous pleurales droites.

La thoracoscopie : les plèvres viscérale et pariétale sont parsemées de lésions jaunâtres à bases rosâtres compatibles avec un aspect macroscopique de mésothéliome malin.

L'histologie : un mésothéliome épithélioïde malin.

La stadification selon la TDM et la thoracoscopie: T3N3.

Le malade a été mis sous chimiothérapie et décède au bout de huit mois d'évolution.

**OBSERVATION N°2**

A.A âgé de 58 ans, retraité, ayant travaillé comme agent de maintenance pendant 28 ans.

Le patient consulte pour une douleur thoracique, une altération de l'état général, une asthénie et un amaigrissement non chiffré.

La radiographie thoracique : épanchement pleural droit. La TDM thoracique : un épaissement circonférentiel périphérique, avec des images nodulaires polylobées de l'hémithorax droit intéressant la plèvre costo diaphragmatique, évoquant un mésothéliome.

<sup>◇</sup> M. Abdelmalek - A.B. Kandouci - A. Taleb.  
Laboratoire de Recherche en Environnement et Santé  
Université de Sidi Bel-Abbès. 22000. Algérie.  
[abdelmalek\\_merbouh@yahoo.fr](mailto:abdelmalek_merbouh@yahoo.fr)

La fibroscopie bronchique : compression extrinsèque de la bronche lobaire inférieure droite.

Une thoracoscopie avec biopsie est effectuée.

L'histologie montre une lésion tumorale qui évoque en premier lieu un mésothéliome.

L'immuno marquage avec une positivité de calrétinine confirme le diagnostic de mésothéliome.

Le patient est adressé en oncologie pour chimiothérapie.

### **OBSERVATION N°3**

Sujet de 61 ans, chauffeur dans la même usine, pendant 21 ans.

Clinique : douleurs thoraciques, dyspnée et syndrome d'épanchement.

Radiographie : pleurésie gauche.

Ponction pleurale : liquide séro-hématique avec cellules suspectes de malignité.

TDM thoracique : épaissement pleural, images nodulaires multifocales et épanchement de grande abondance.

La biopsie faite sous thoracoscopie montre l'aspect d'un mésothéliome pleural.

Malade mis sous chimiothérapie.

**Suivi radiologique pendant trois ans de travailleurs exposés à l'amiante.**<sup>◊</sup>

**M. ABDELMALEK - A.B. KANDOUCI - A. TALEB**

1- La radiographie thoracique : les clichés étaient lus selon la classification internationale du BIT.

La radiographie est pathologique dans 49 % des cas.

- La profusion des petites opacités: 0/1:22.3 %; 1/0:13.1 %; 1/1: 8.6 %; 1/2 :0.5 %; 2/3: 0.5 %.
- La taille des petites opacités: s/s: 5.6 %; s/t: 1.5 %; p/p: 2 %; s/p: 23.3 %; p/s: 9.6 %; t/t: 1 %; t/s: 1.5 %.
- Les épaissements pleuraux: 2 %.
- L'oblitération de l'angle cardio-phrénique: 4 %.
- Les calcifications pleurales: 1 %.

2- La TDM thoracique est pathologique dans 75.1 %.

- Les images micronodulaires: 21.3%
- Les images nodulaires: 8.6 %.
- Les plaques pleurales: 30 %.
- Les calcifications pleurales: 5 %.

3- Comparaison des performances de la TDM et de la radiographie thoraciques.

Tableau n°1: comparaison entre TDM et radiographie

	scanner	radiographie
pathologique	75,1% 148	48,7% 96
Normal	24,9% 49	51,3% 101
total	197	197

Tableau n° 2: performance de la TDM et de la radiologie

	scanner	radiographie
Petites opacités (nodules)	59 29.2%	55 27.9%
Plaques pleurales	59 29.2%	3 1.5%
Calcifications pleurales	9 4.6%	2 1%

<sup>◊</sup> M. Abdelmalek - A.B. Kandouci - A. Taleb

Laboratoire de Recherche en Environnement et Santé  
 Université de Sidi Bel-Abbès. 22000. Algérie.  
[abdelmalek\\_merbouh@yahoo.fr](mailto:abdelmalek_merbouh@yahoo.fr)

Le test de l'écart réduit est calculé, il conclu à une différence très significative ( $p < 10^{-3}$ ) entre les deux proportions observées, des sujets présentant des signes radiologiques positifs et les sujets présentant des signes scannographiques positifs.

## De l'enquête sur les E.P.I. dans le BTP à la formation des apprentis.<sup>◇</sup>

**Dr. DJAOUTI - DEYGLUN - NOUVELLON - ROL -  
SUTRA - GAILLARD - TITON - CAMERA**

Des médecins du travail ont engagé une enquête descriptive d'un secteur professionnel pour donner suite aux observations de leur pratique quotidienne :

- réticence des salariés au port de certains E.P.I. pour des motifs, quelquefois argumentés, d'autres relevant davantage de résistance psychologique, voire de prise de risque incompréhensible,
- le chef d'entreprise fournit souvent les E.P.I. sans analyse préalable de l'activité et des conditions de son utilisation.

Le fait de centrer cette étude sur la protection individuelle ne réduit en rien l'obligation d'engager prioritairement la protection collective des salariés.

Ce principe général trouve rapidement ses limites dans l'activité du bâtiment. Même dans les chantiers bien structurés au niveau de la santé collective, le recours aux E.P.I. reste impératif. A fortiori, les artisans travaillant sur les chantiers de courte durée doivent faire preuve d'ingéniosité pour envisager les risques et les moyens de les prévenir.

Cette enquête a été soutenue par les organisations professionnelles qui ont mobilisé leurs adhérents pour faciliter le recueil des données auprès des chefs d'entreprise et de leurs salariés. Les résultats ont été présentés aux entreprises et aux organisations professionnelles le 28 mars 2007.

En résumé, retenons :

- les salariés et les employeurs disent avoir une connaissance suffisante des risques mais la diffusion de l'information sur ces risques et les moyens de prévention ne sont pas explicites. La disponibilité du chef d'entreprise, exprimée lors de nos rencontres sur les lieux de travail, ne semble pas suffisante pour lui laisser le temps d'assurer une information et une formation des salariés.  
La mise en place d'une trace formalisée du contenu de ce transfert du savoir de l'employeur vers le salarié est nécessaire ; l'information exclusivement orale, exclusivement par le chef d'entreprise est une réponse insuffisante aux besoins du salariés ;
- bien que mal suivie, en terme de réponse aux besoins (individualisation des E.P.I., taux de couverture), la priorité partagée par les chefs d'entreprises et les salariés concerne l'accident du travail. Les autres facteurs de santé au travail relevant des risques chimiques, des poussières ou du bruit sont sous-estimés et le rejet des E.P.I. est plus manifeste, d'autant que les contraintes imposées par ces dispositifs sont très importants par rapport à un risque dont les effets sont tardifs. C'est en développant,

<sup>◇</sup> Dr. Chérife DJAOUTI, 21, rue Camille Marcille – 28000 CHARTRES  
[cherife.djaouti@sistel.asso.fr](mailto:cherife.djaouti@sistel.asso.fr)

d'une manière soutenue, une sensibilisation aux risques que la prévention pourra être intégrée aux pratiques professionnelles ;

- malgré les efforts significatifs réalisés par les fabricants, les rejets restent trop importants : inconfort, contrainte disproportionnée, succession de tâches variées.

Comme prolongement de cette enquête, les médecins du travail dirigent leurs efforts dans plusieurs directions :

- concevoir des outils de formation aux risques professionnels et à leur prévention avec et pour les entreprises, en partenariat avec les organismes de prévention et professionnels,
- intégrer la prévention dans le contenu pédagogique de la formation professionnelle initiale,
- orienter les concepteurs d'E.P.I. vers une recherche d'amélioration en concertation avec les entreprises (employeurs et salariés).

Les deux premiers points sont bien avancés. En effet, après une phase préparatoire :

- restitution des résultats de l'enquête aux entreprises et aux organisations professionnelles,
- rencontre des responsables d'organisations professionnelles et de formations (FFB, CAPEB, et APORPROBA).

Nous avons pu démarrer la construction des supports pédagogiques. Des modules de formation, spécifiquement élaborés par des médecins du travail et des IPRP, ont été intégrés au programme des apprentis. Les premiers modules de formation concernent le risque chimique chez les peintres en bâtiment, et les poussières de bois pour les menuisiers.

Ces modules validés par les formateurs du CFA, comportent :

- un diaporama pour une présentation interactive par le médecin ou l'IPRP, en présence du moniteur du CFA,
- présentation et manipulation des E.P.I. par les élèves (gants, masques...),
- documents remis (notice sur les risques et la prévention).

Après le bilan des premières interventions, le CFA nous demande une prestation pour d'autres métiers du bâtiment. Médecins et IPRP du SISTEL sont fortement impliqués dans cette action et contribuent à la création de nouveaux modules = maçonnerie, plomberie chauffage, risques transversaux (bruit...). Cette initiative de formation des apprentis, dans le cadre d'un partenariat SST/CFA, peut être étendue à la région. Pour être pleinement efficace, cette action doit être complétée par le renforcement de l'intervention du médecin du travail auprès des entreprises accueillant des apprentis.

## Un site internet pour favoriser la prévention des pathologies liées au travail

[www.atousante.com](http://www.atousante.com)<sup>◇</sup>

### Docteur Marie-Thérèse GIORGIO

[www.atousante.com](http://www.atousante.com), portail internet de santé au travail, certifié par le HON code, label attribué par la Haute autorité de santé est en ligne depuis 2006 ;

AtouSante propose 1500 pages d'information, actualisées en permanence sur les principaux thèmes de santé au travail. Cette diffusion très large de l'information à destination des médecins de toutes spécialités, des employeurs et des personnes qui travaillent doit permettre une meilleure prévention des pathologies liées au travail.

L'information est hiérarchisée au sein de huit rubriques principales :

- santé au travail,
- obligations de l'employeur,
- visites médicales,
- aptitude, inaptitude,
- risques professionnels,
- accidents du travail,
- situations particulières, travailleur handicapé, femme enceinte, salarié mineur, travailleur intérimaire
- surveillance post-professionnelle.

Ces rubriques incluent les dernières jurisprudences.

De nombreux documents sont disponibles au format Word pour les entreprises qui utilisent des substances CMR, cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, des ACD, agents chimiques dangereux : liste des travailleurs exposés, fiche d'exposition, attestation d'exposition, etc

Une rubrique actualité, une rubrique FAQ ( publication des réponses aux questions posées par les internautes), des forums, des newsletters sont également disponibles sur [www.atousante.com](http://www.atousante.com)

Deux moteurs de recherche facilitent la recherche des informations sur le site, dont un qui permet d'effectuer une recherche spécifique sur les tableaux de maladies professionnelles du régime général.

---

<sup>◇</sup> Docteur Marie-Thérèse Giorgio  
01600 Saint-Didier – [medecins@atousante.com](mailto:medecins@atousante.com)

## Evaluation des risques liés aux métaux dans les opérations de soudage à l'arc.<sup>◇</sup>

### F. MICHIELS - C. MALLANTS

Le soudage à l'arc est typiquement une technique d'assemblage des métaux, mettant en œuvre des températures proches de 3000°C et dans laquelle les métaux de base et d'apport sont similaires.

De ce fait, l'analyse des risques liés aux métaux implique avant tout de connaître la composition des métaux de base, notamment des alliages cuivreux et ferreux. Les aciers, notamment les inox, contenant par définition un taux de chrome supérieur à 12%, sont tout particulièrement concernés.

Outre la teneur des différents métaux constitutifs de l'alliage, la comparaison entre la température de travail et les températures de changement de phase des métaux permettent d'estimer la probabilité de présence de particules de chaque métal dans les fumées émises.

Dans le cas des aciers alliés, l'analyse toxicologique des principales références utilisées révèle que les métaux dont la présence à un taux significatif dans les fumées est la plus probable sont : fer, chrome, manganèse, cuivre, cobalt et nickel. On peut y associer le zinc en cas de soudage d'acier galvanisé. De nombreux autres métaux peuvent être présents dans les alliages, les électrodes non fusibles (thorium) ou le revêtement galva (plomb), mais à l'état de traces. Les études de poste renseignent en outre sur la présence éventuelle de résidus sur les pièces soudées.

En ajoutant enfin comme paramètre l'état de la science concernant le degré de toxicité des métaux, il semble judicieux d'évaluer en priorité, lors de l'étude de poste des salariés exposés, le risque d'exposition au chrome et au nickel (inox), et dans une moindre mesure au cuivre, au cobalt et au manganèse. La prise en compte des autres métaux, du fait de leur présence à des taux habituellement très limités, paraît peu contributive dans le cadre de l'activité clinique quotidienne du médecin du travail, mais conserve un intérêt dans une optique de recherche.

Avoir identifier précisément tous les composants potentiellement présents, au travers d'une démarche toxicologique rigoureuse, reste cependant indispensable, pour adapter rapidement le suivi des salariés en cas d'évolution des connaissances concernant la toxicité des nanoparticules ou de faibles doses d'exposition à certains métaux.

---

<sup>◇</sup> F. MICHIELS, service de santé des armées (Brest)  
[drmichiels@aol.com](mailto:drmichiels@aol.com)



## SUBTOX BTP ou comment SUBstituer simplement les produits TOXiques dans le BTP ?<sup>◊</sup>

Dr P. ROLLIN - Dr A. DE LARQUIER - Dr M. ROBIN  
Dr B. LEBRAT - E. DELETRE

Dans les TPE du BTP, le risque chimique est reconnu mais sa prévention demeure aléatoire.

Partant de ce constat, BTP Santé Prévention a créé un outil simple d'utilisation qui aide le médecin du travail à sensibiliser les entreprises à l'utilisation des produits chimiques dangereux.

Pour éliminer les risques à la source, l'originalité de SUBTOX BTP est de proposer une gamme de produits de remplacement sous leur appellation commerciale.

Au-delà de l'aspect de substitution, ce logiciel est une clé d'entrée pour parler de produit chimique à l'entreprise, pour la sensibiliser sur ce risque, trop souvent banalisé, afin d'aborder l'aspect plus général de gestion du risque chimique.

Comment fonctionne SUBTOX BTP ?

Deux manières d'aborder le problème sont possibles, directement par le **nom commercial** du produit ou par la **tâche de travail**. Dans les 2 cas, le médecin propose à l'entreprise des produits moins dangereux et tout aussi efficaces car utilisés par d'autres entreprises : c'est le partage des bonnes pratiques !

*Entrée par le nom commercial* : le médecin sélectionne le produit utilisé dans l'entreprise par son nom commercial, puis compare sa dangerosité à d'autres produits utilisables pour la même tâche de travail. Cette comparaison est réalisée d'après les phrases de risques de la fiche de données de sécurité du produit et en fonction de la classe de danger établie par l'INRS.

*Entrée par la tâche de travail* : par exemple, si le produit utilisé par l'entreprise n'est pas intégré dans SUBTOX BTP, l'entrée par la tâche de travail permettra au médecin de proposer au dirigeant d'autres produits moins dangereux pour ce travail.

Le décideur reste libre de choisir d'autres produits en fonction de ses propres critères (coût, techniques, etc...) ; l'important étant que le produit dangereux ne soit plus utilisé dans l'entreprise. Ainsi, la composante santé est également prise en compte au moment de l'achat.

Comment SUBTOX a-t-il été élaboré ?

Un groupe de travail constitué de médecins du travail et d'IPRP (Intervenant en Préventions des Risques Professionnels) a défini et conçu SUBTOX. Une dizaine d'entreprises a participé à ce projet en listant l'ensemble de leurs produits et la manière dont elles les utilisent.

Avec plus de 400 références commerciales, cette base de données ne cesse de s'accroître en fonction des produits rencontrés sur le terrain lors de missions conseils.

Cet outil est réservé uniquement au métier de peintre en bâtiment. L'objectif étant de l'étendre à d'autres corps de métiers pour augmenter l'impact de la sensibilisation du risque chimique.

---

<sup>◊</sup> Dr P. ROLLIN  
Dr A. DE LARQUIER  
Dr M. ROBIN  
Dr B. LEBRAT

E. DELETRE - BTP Santé Prévention, 55 avenue Gallie, 69100 Villeurbanne, [deletre@btpsanteprevention.fr](mailto:deletre@btpsanteprevention.fr)