

Application des résines de sols : résultats d'enquête

Cette enquête lancée en 2000 avait pour objectif d'ouvrir une réflexion et de proposer à la profession des mesures de prévention pour les applicateurs de résines dans des entreprises spécialisées. Un appel à participation avait été publié dans un numéro précédent de la revue Documents pour le Médecin du Travail ⁽¹⁾. Les résultats de cette enquête sont présentés ici. Par ailleurs, le Code du travail récemment modifié par le décret n° 2003-1254 redéfinit les règles générales de prévention du risque chimique et s'applique sur l'ensemble de ces résines ⁽²⁾.

Généralités sur les résines de sol

L'application de résines de sol synthétiques, faiblement utilisée il y a une dizaine d'années, s'est très largement développée en raison de qualités techniques et esthétiques répondant de mieux en mieux aux exigences des maîtres d'ouvrages. Elles peuvent ainsi être mises en œuvre sur divers types de sols en intérieur et en extérieur :

- habitat, en tertiaire ou en extérieur (parkings, coursives...);
- revêtements de sols sportifs (gymnases, tennis...);
- revêtements de sols industriels (usines, laboratoires...);
- cuvelage (bassins, réservoirs...).

LES PRODUITS

Cinq types de produits appartenant majoritairement à la famille des résines thermodurcissables sont concernés :

- les résines époxydiques ;
- les résines polyuréthanes ;
- les résines poly(méth)acryliques ;
- les résines polyesters ;
- les résines acryliques et vinyliques en émulsion.

Ces résines sont employées soit en film mince d'épaisseur inférieure à 1 millimètre, soit en revêtements semi-épais de 1 à 5 millimètres ou épais de 6 à 15 millimètres. L'affectation des sols à traiter, et donc leur usage, conditionne le type de produit utilisé et les adjuvants (solvants, charges...) à lui associer. Les préparations ainsi obtenues prêtes à l'emploi ou bien mélangées au cours de leur mise en œuvre vont générer des nuisances multiples essentiellement d'ordre chimique.

LES ENTREPRISES

L'application de résines de sol est, le plus souvent, le fait d'entreprises de peinture, non ou peu spécialisées, voire sous traitantes. Il s'agit rarement d'une activité unique ou principale. Les opérateurs méconnaissent, en général, les risques inhérents à ces tâches. Leurs conditions de travail, d'hygiène et de sécurité sont en majorité précaires, voire dangereuses, compte tenu de la toxicité des substances et du risque d'incendie. Il était donc urgent de faire un état des lieux afin de préciser les carences de la prévention dans ces activités.

Objectifs de l'étude

Cette étude a été conçue, élaborée et pilotée par la Commission « Risques chimiques dans le BTP (Bâtiment et travaux publics) », composée de représentants de l'Agence régionale pour l'amélioration des conditions de travail d'Ile-de-France (ARACT), de la Caisse régionale d'assurance maladie d'Ile-de-France (CRA-MIF), de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) et de l'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBT) auxquels ont été associés des médecins du travail de services professionnels (APMT-BTP-RP) et interprofessionnel (ACMS) (encadré 1). Des professionnels ont également participé activement à ce travail, apportant un précieux concours par leurs conseils éclairés. Ainsi, le secrétaire de l'Union nationale des revêtements des sols techniques (UNRST), le vice-président du Syndicat national des formulateurs de résines synthétiques (SN-FORES) et des applicateurs ont accompagné ce travail dès le début, suivis rapidement par un fabricant de résines de base et des formulateurs de résines, membres du SNFORES, tous conscients de la nécessité de mettre en place une stratégie de prévention adaptée.

JEAN-CLAUDE
ABÉCASSIS*,
FRANCIS MATHA**

* OPPBT.
Comité Régional
Ile-de-France,
** OPPBT.
Comité Sud

(1) Documents pour le
Médecin du Travail
(DMT), 2000, 81,
pp. 31-41.

(2) Cf. la rubrique :
« Information juridique,
texte officiel »
pp. 127-133 dans ce
numéro de la revue
DMT.



Documents
pour le Médecin
du Travail
N° 97
1^{er} trimestre 2004

Commission « Risques chimiques dans le BTP » Les membres du groupe de travail « Résines »

Dr ABECASSIS - Médecin Conseil Régional
01.40.31.64.00

OPPBT - Tour Amboise
204 Rond-Point du Pont-de-Sèvres
92516 Boulogne Billancourt cedex

Mr R. ACCART - Ingénieur
OPPBT - Tour Amboise
204 Rond-Point du Pont-de-Sèvres
92516 Boulogne Billancourt cedex

Mr AVRIL - Vice-Président du SNFORES
01.30.40.78.48 / 06.09.67.67.98
3 Rue Alfred Roll
75017 Paris

Mme C. BRUGNOT - Ingénieur Conseil
01.40.05.51.89
GRAM Ile-de-France
Service Prévention des Risques Professionnels
17/19 Place de l'Argonne
75019 Paris

Mr Damien CRU - Chargé de mission
01.53.40.94.79

ARACT Ile-de-France
132 Rue de Rivoli
75001 Paris

Mr ECCKHOUT
06.80.92.47.02 / 01.40.69.51.45
Union Nationale des Revêtements de Sols
Techniques (UNRST)
6/14 Rue la Pérouse
75116 Paris

Dr F. LAUZIER - Conseiller Médical
01.40.05.38.70 / fax 01.40.05.38.67
GRAM Ile-de-France
Service Prévention des Risques Professionnels
17/19 Place de l'Argonne
75019 Paris

Docteur LEVY - Médecin du Travail
01.48.22.70.20

APMT-BTP
Résidence «La Séverine», Bât B 41
Rue Albert Walter
93200 Saint Denis

Mme M.C. MICHEL - Ingénieur
OPPBT - Tour Amboise
204 Rond-Point du Pont-de-Sèvres
92516 Boulogne Billancourt cedex

Dr RIMOUX - Médecin du Travail
01.45.48.49.50
ACMS
57 Boulevard du Montparnasse
75006 Paris

Dr Claudine VIGNERON - Médecin du Travail
01.44.92.78.80 / fax : 01.44.92.78.89
APMT-BTP
44 Rue Lefort
75018 Paris

Cette enquête nationale était destinée à :

- identifier et évaluer les risques chimiques liés aux produits employés, aux modes opératoires et aux conditions de travail dans les différentes phases qui composent l'activité d'application de résines depuis la préparation des sols jusqu'à la mise en œuvre de la couche finale ;
- apprécier la qualité, la fiabilité, les performances et le confort des dispositifs de protection collective et individuelle fournis ;
- estimer le degré de perception de l'existence d'un risque chez les opérateurs ;
- objectiver la volonté de l'entreprise d'évaluer le risque, d'élaborer des actions de formation à la sécurité adaptées et de transmettre aux salariés une information précise sur les mesures prévues pour y pallier ;
- mettre en évidence l'implication du médecin du travail dans sa démarche de conseiller de l'entreprise. Cette enquête a été réalisée par des médecins du travail ayant en charge de façon exclusive ou partielle des salariés du BTP, sur des chantiers d'application de résines à partir d'un questionnaire aussi complet que possible, élaboré par les membres du groupe de travail « Résines » de la Commission « Risques chimiques dans le BTP ».

tivité « d'applicateur de résines de sols », tant dans le domaine des produits mis en œuvre, des modes opératoires et des matériels utilisés, que dans celui des diverses phases de travail et des procédures de sécurité adoptées. Parallèlement, les plaintes des opérateurs ont été recueillies lors des visites médicales ou bien sur dossier.

La revue « Documents pour le Médecin du Travail » de l'INRS, la « Revue de Médecine du Travail » du Groupement national des médecins du travail (GNMBTP) et l'OPPBT se sont largement fait l'écho de cette enquête auprès des médecins du travail.

Résultats

Dix-neuf questionnaires ont été reçus. L'un des questionnaires de l'enquête, non renseigné sur la nature des produits et insuffisamment documenté sur la prévention n'a pas été exploité. Dix-huit questionnaires représentatifs de la quasi-totalité des résines mises en œuvre dans les revêtements de surface ont donc été exploités. Les résultats pour chaque chantier font l'objet de l'annexe 2.

Méthodologie

Cette étude s'est faite par questionnaire (cf. questionnaire en annexe 1). Cinq chapitres le composent, qui permettent de faire un état des lieux très précis de l'ac-

DONNÉES CONCERNANT L'ENTREPRISE (tableaux I et II)

L'application de résines de sol n'est pas l'activité unique de l'entreprise pour les trois quarts des chantiers étudiés. Dans plus de la moitié des entreprises,

TABLEAU I

Activités de l'entreprise

Unique	5
Principale	7
Annexe	6
Autres activités :	
▶ Carrelage	
▶ Peinture industrielle	
▶ Moquette	
▶ Génie civil	
▶ Sols souples	
▶ Sablage	
▶ Parquets	
▶ Façades	
▶ Pose de panneaux de signalisation et tranchées	

TABLEAU II

Activités de l'entreprise

Fonctions des applicateurs	
▶ Appicateurs sols spéciaux	
▶ Appicateurs-peintres	
▶ Appicateurs	
▶ Maçons-appicateurs	
▶ Carreleurs-appicateurs	
▶ Appicateurs résines	
▶ Marqueurs au sol	
CHSCT	4 sur 18 (appicateurs non représentés)

des salariés applicateurs sont employés pour d'autres fonctions, très diverses. Par ailleurs, les applicateurs ne sont pas représentés au sein des CHSCT existant.

PATHOLOGIES RECENSÉES (tableaux III, IV et V)

L'état descriptif des constatations médicales les plus fréquemment retrouvées au cours de l'entretien individuel des salariés sur le chantier ou par l'analyse rétrospective des dossiers est très révélateur de la nature des produits mis en œuvre et probablement des mesures de prévention insuffisamment adaptées. Des salariés se plaignent souvent de troubles ostéo-articulaires liés à la manutention, aux gestes répétitifs et aux postures de travail.

Quant aux maladies professionnelles ou maladies à caractère professionnel déclarées dans les deux dernières années précédant l'enquête, leur nombre rapporté à l'effectif global des applicateurs de l'enquête (de 82 à 86 salariés) est particulièrement élevé, avec

TABLEAU III

Maladies professionnelles ou à caractère professionnel

1 Asthme	Tableau n° 62
5 Dermites eczématiformes	Tableau n° 51
1 Dermite eczématiforme	Tableau n° 49
2 Silicoses	Tableau n° 25
1 Lombalgie	Tableau n° 98
1 Allergie respiratoire (substance non précisée)	Maladie à caractère professionnel
1 Asthme aux époxy	Maladie à caractère professionnel *

* Le tableau MP 51 ne permet la réparation que des lésions eczématiformes provoquées par les résines époxydiques.

TABLEAU IV

Examens complémentaires

Biologiques	7 dont 1 risque plomb
Exploration fonctionnelle respiratoire	5 tous les 2 ans
Audiométrie	4
Radio pulmonaire	2 dont 1 tous les 2 ans
ECG	1 tous les 5 ans
Rhino naso fibroscopie	1 tous les 5 ans
Néant	6

TABLEAU V

Conditions de vie, plaintes

Longs déplacements	10
Conditions d'hébergement	7
Eloignement familial	9
Autres :	
▶ Bruit	
▶ Odeur	
▶ Poussières	

entre autres, 5 dermites (tableau n° 51) et 2 silicoses (tableau n° 25). 4 silicoses ont été déclarées au cours des 4 dernières années.

Si le suivi médical annuel est respecté dans tous les cas, les examens complémentaires prescrits pour les salariés exposés n'obéissent à aucune logique homogène et cohérente de surveillance médicale spéciale, chacun des médecins agissant de façon individuelle.

Enfin, les salariés vivent mal leurs conditions de vie : en effet, l'éloignement familial et les conditions d'hébergement sont susceptibles de fragiliser leur équilibre psychophysiologique et de retentir sur leur vie socio-familiale.

DESCRIPTION DES CHANTIERS (tableau VI et annexe 2)

La durée des travaux est de 4 semaines ou moins dans plus des deux tiers des chantiers et le nombre de salariés prévus et présents inférieurs à 3 dans plus de la moitié des cas. Les intérimaires représentent près de 20 % des personnels. Les horaires de travail se situent dans la fourchette de 39 h à 42 h 30⁽³⁾ dans la quasi-totalité des chantiers, pour des surfaces à traiter de moins de 100 m² à 9 000 m².

(3) L'enquête a été effectuée avant la loi sur les 35 heures et la majorité des entreprises comptent moins de 20 salariés.

TABLEAU VI

Description des chantiers

Situation de chantier :	18
Rez-de-chaussée	7
Rez-de-chaussée + étage	1
Étage	1
Sous-sol + terrasses	2
Dalles extérieures	1
Viaduc	1
Château d'eau	1
Sous-sol	2
Marquage au sol rue	2

Les situations de chantiers concernent surtout les rez-de-chaussée, les sous-sols et les étages, mais aussi l'extérieur, avec notamment 2 chantiers de marquage de sol, un de dallage et la réfection d'un château d'eau. La coactivité existe sur 8 chantiers, elle concerne surtout les électriciens et on note l'absence de périmètre de sécurité dans 75 % des cas.

L'aération naturelle est la règle. En effet, 16 sur 18 ont une aération. 11 bénéficient d'une aération naturelle et 5 (les plus grandes surfaces à traiter) d'une aération forcée (extracteur et ventilateur). Dans les 2 cas restants, il n'y a pas d'aération et le travail se fait en atmosphère confinée avec une ventilation insuffisante. Ceci explique la visibilité des poussières et la perception d'odeur sur plus de la moitié des chantiers.

Si le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) ou les plans de prévention existent dans 2/3 des cas, le risque chimique n'est mentionné que dans moins de la moitié d'entre eux et leur communication au médecin du travail est rare, même si celui-ci en a fait la demande.

Les conditions d'hygiène des chantiers sont très inégales. Seuls les lavabos sont présents dans presque tous les cas. Les vestiaires, douches et locaux de repas n'existent que dans deux tiers des chantiers.

Quant aux sauveteurs secouristes du travail (SST), ils sont présents dans moins d'un chantier sur deux.

PRODUITS UTILISÉS, FICHES DE DONNÉES DE SÉCURITÉ ET ÉTIQUETAGE (tableau VII)

La quasi totalité des résines est représentée (encadré 2). Dans 9 cas sur 18, les résines contiennent des solvants : éthers de glycol, acétone, xylène, alcool éthylique, alcool méthylique, isobutanol, styrène, phénol, méthyléthylcétone (MEK), etc. L'incorporation de quartz à 97 % de SiO₂ (silice libre) par mélange en machine, mais surtout par saupoudrage ou projection au pistolet est retrouvée dans 8 cas, dont 2 sablages de pièces métalliques (tuyauteries et garde corps).

TABLEAU VII

Produits, fiches de données de sécurité et étiquetage

Étiquetage	15
Notice	5
Fiches de données de sécurité	10
Conscience du risque chimique	11
Information sur le risque chimique	11
Formation – prévention	9
Métrologie	1
Biométrie	0

ENCADRÉ 2

Résines utilisées selon les chantiers

* Résines époxy	6 chantiers
* Résines polyuréthanes	2 chantiers
* Résines époxy et polyuréthanes	5 chantiers
* Résines méthacryliques	2 chantiers
* Résines polyesters	1 chantier
* Résines carbonées	1 chantier
* Produits vitrifiant à base de formol	1 chantier

La livraison des produits se fait par camionnette pour la journée ou bien pour la durée du chantier. Le stockage se fait en local fermé en dehors de la zone d'application dans 4 cas. Le plus souvent, les bidons sont stockés sur le site, à l'intérieur ou bien en plein air (toit du château d'eau) et aussi dans la camionnette lorsque la livraison se fait pour la journée.

Les solvants de nettoyage des outils sont organiques : éthers de glycol, MEK, toluène, acétone, xylène. Les outils sont parfois grattés, puis trempés dans un seau de diluant le midi et jetés en fin de journée. Pendant cette opération le port des équipements de protection individuelle respiratoire est très rare.

Ont été reçues 55 fiches de données de sécurité ainsi que 5 fiches techniques jointes à 15 questionnaires.

- 17 concernaient des produits classés « nocifs » : Xn
- 17 concernaient des produits classés « irritant » : Xi
- 8 concernaient des produits classés « corrosifs » : C
- 1 concernait un produit classé « comburant » : O

- 25 comportaient un 2^e symbole : « inflammable facilement » : F, ou « extrêmement inflammable » : F+

Les sables utilisés étaient composés à 97 % de SiO₂ sous forme de quartz. Leur non étiquetage est justifié par l'absence d'une classification européenne. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé la silice libre dans la catégorie 1.

Rares sont les fiches de données de sécurité qui proposent des gants de nature précise quant au matériau qui les composent. Souvent, ils ne sont pas du tout mentionnés sous la rubrique « protection individuelle » mais apparaissent sous une autre rubrique.

PRÉVENTION

La prévention collective (tableau VIII)

Contrairement à la peinture, qui n'a qu'un pouvoir couvrant et décoratif, la résine a une fonction d'adhérence et de protection forte du support. Les sols à base de liant résine doivent donc répondre à tous les besoins de protection des sols industriels ou tertiaires... Pour ce faire, ces besoins doivent être clairement identifiés, afin de déterminer précisément avec les fabricants et

TABLEAU VIII

Prévention

Protection collective	
Ventilation générale	
▶ Extraction	2
▶ Néant	16 dont 5 «extérieur»
Captage à la source des poussières	
▶ Ponceuses	
▶ + 1 grenailleuse	9
▶ + raboteuse	

les formulateurs la nature des revêtements résine répondant le mieux aux contraintes d'exploitation des sols. Il s'agit, en fait, de systèmes sols/résines formulés à la demande. Pour toutes ces raisons, il est délicat de faire une synthèse des modes opératoires et des produits utilisés sur les 18 chantiers analysés au cours de l'enquête. Il en est de même pour la protection respiratoire fournie par les entreprises. Il paraît donc judicieux de présenter les caractéristiques de chacun des chantiers et d'en apprécier la qualité de la protection.

La plupart des supports à traiter sont en béton. Pour les installations de protection collective, l'extraction est présente dans 3 cas seulement et le captage à la source des poussières induites par le ponçage, le grenailage (sous traité dans deux cas) ou le rabotage est réalisé dans 9 cas.

En ce qui concerne l'aération et la ventilation des zones de travail, se reporter au paragraphe, description des chantiers.

La prévention individuelle (tableaux IX et X)

Les équipements de protection individuelle (essentiellement les appareils de protection respiratoires anti gaz ou vapeurs – APR) sont presque toujours portés quand ils sont fournis par l'entreprise. C'est également le cas pour les gants. En revanche, les vêtements de travail (75 %), les lunettes de sécurité (moins de 50 %), les genouillères et les chaussures de sécurité (moins de 20 %) sont moins portés même s'ils sont fournis.

Les vêtements et les gants

Dans 4 cas seulement, des combinaisons jetables sont fournies et dans 3 cas, les applicateurs travaillent avec des vêtements de ville. Pour les autres, vêtements de travail bleus ou blancs fournis sont changés tous les mois approximativement. Les gants sont fournis dans la majorité des cas et sont portés. Ils sont renouvelés au maximum tous les 2 jours. La qualité des gants (7 latex, 2 néoprène, 3 butyle, 2 vinyle et 2 gants de manutention) ne paraît adaptée que pour quatre chantiers.

Les lunettes de sécurité, les protections anti-bruit, les genouillères et les chaussures de sécurité sont toujours portées quand elles sont fournies, ce qui est très peu fréquent.

Prévention (suite)

Protection individuelle	
Cutanée : gants	18
▶ Fournie	18
▶ Portée	16
▶ Non précisé	2
Fréquence de changement	
▶ A la demande	8
▶ 1 à 2 jours	6
▶ Si déchirés	1
▶ Toutes les 2 heures	1
▶ Variable	2
Vêtements :	
▶ Bleus	9
▶ Blancs	2
▶ Combinaisons jetables	4
▶ Rien	3
Fournis	15
Portés	14
Lunettes de sécurité :	
▶ Fournies	7
▶ Portées	7
Protections anti-bruit :	
▶ Fournie	7
▶ Portées	7
Genouillères :	
▶ Fournies	4
▶ Portées	4
Chaussures de sécurité	
▶ Fournies	4
▶ Portées	4

TABLEAU IX

TABLEAU X

Appareils de protection respiratoire (APR)

Type d'APR	Nombre fournis et type		
Filtre anti poussières seul : jetable ou à cartouche	3 P1 – 5 P2 – 1 P3		
Filtre anti gaz ou vapeur	6 A1 (contre gaz et vapeurs organiques)	1 A1 B1 K1	2 A1 B1 E1 K1
Filtre combiné anti poussières – anti gaz ou vapeur	2 A1 P1	2 A1 B1 E1 P2	

B contre vapeurs d'isocyanates – E contre vapeurs d'acides – K contre dérivés organiques aminés

Les appareils de protection respiratoire

Ils sont fournis dans tous les cas et sont toujours filtrants (sauf dans le cas du château d'eau où l'activité de sablage est réalisée avec une protection respiratoire par adduction d'air).

La fréquence de remplacement des filtres est très variable selon les chantiers et les entreprises. Elle est le plus souvent insuffisante et varie entre tous les 10 jours, matin et après midi, à chaque application, toutes les 4 heures, tous les jours, ou bien à la demande, etc.

La façon dont les filtres sont stockés entre deux ou plusieurs réutilisations n'a pas été renseignée.

Information et formation des salariés

Dans tous les cas, les produits présents sur le chantier sont étiquetés de façon réglementaire. Dans plus de la moitié des cas, les applicateurs disent avoir reçu une information sur le risque chimique semblant avoir été donnée au début du chantier par le responsable.

Par ailleurs, ils sont assez nombreux à affirmer qu'ils ont conscience de l'existence d'un risque lorsqu'ils préparent et appliquent les résines. Enfin, la moitié prétend avoir une formation à la prévention dans l'utilisation des résines. Une entreprise a d'ailleurs conçu, à la demande du médecin du travail, une formation de 2 heures pour ses salariés applicateurs.

Discussion

La faible participation à cette enquête peut s'expliquer de deux façons :

1) La densité et la longueur du questionnaire impliquaient une disponibilité importante sur chantier pour recueillir des données fiables, tant auprès des applicateurs que de leur encadrement et un temps personnel pour la recherche d'informations complémentaires et pour la rédaction du document.

2) Les entreprises concernées par cette activité sont souvent petites et les chantiers de courte durée, rarement prévus longtemps à l'avance. Or, les médecins du

travail, compte tenu d'une activité clinique peu compressible et programmée, ne peuvent pas toujours reporter une consultation pour les besoins de l'enquête.

Cependant, bien que le nombre de questionnaires soit relativement peu important, les résines mises en œuvre sur les 18 chantiers étudiés, couvrent l'ensemble des produits concernant cette activité.

Par ailleurs, l'enquête avait un seul objectif : faire un état des lieux, une photographie de l'application de résines de sols, afin d'en saisir les risques chimiques et les carences dans la prévention. Dans cette optique, l'analyse de chacune des réponses aux questionnaires permet de tirer des conclusions intéressantes et très riches d'enseignement.

Il ressort de cette étude que la plupart des chantiers présentent de grosses lacunes en matière de prévention et de sécurité des personnels.

Elle met en lumière la multiplicité des substances et produits chimiques nécessaires à la réalisation des revêtements de surface en résines synthétiques et confirme la précarité des conditions de travail, d'hygiène et de sécurité.

Elle met en évidence une méconnaissance de l'importance du risque chimique, même si les applicateurs déclarent en avoir conscience dans la moitié des cas. En effet, le risque d'incendie, voire d'explosion, est souvent ignoré (des salariés ne fument-ils pas en présence de produits inflammables ?).

Les fiches de sécurité sont illisibles pour les applicateurs et l'encadrement n'a pas été formé pour les expliciter.

Les équipements de protection individuelle, quand ils sont fournis, sont en général, portés : c'est le cas des gants, lunettes, genouillères, vêtements etc... mais à l'exception des gants, ils ne concernent même pas le tiers des salariés.

Pour ce qui est des appareils de protection respiratoire, l'absence de formation des salariés pour un emploi efficace de ces protections explique, sans doute, le peu d'empressement à les porter régulièrement.

Les appareils de protection respiratoire (APR) anti poussières sont souvent délaissés. L'absence d'empoussièrément perceptible dans 12 chantiers explique peut-être cette attitude. Cependant, la gêne respiratoire occasionnée par le port prolongé d'APR, le plus souvent sans soupape, en est peut-être la cause. Lorsqu'ils sont portés, les filtres sont changés dès l'apparition d'une ré-

sistance respiratoire liée au colmatage des filtres.

Il n'en est pas de même pour les APR anti gaz, bien mieux tolérés (ils ne se colmatent pas), et donc plus volontiers portés par les salariés. En effet, le claquage ou temps de service des filtres à charbon actif est peu prévisible en dehors du seuil olfactif (détection par l'odorat) qui ne doit pas être considéré comme un seuil de sécurité et ce d'autant moins que le seuil olfactif varie beaucoup selon les individus.

Par ailleurs, les APR anti-poussières de classe P1 sont très peu efficaces contre les poussières de silice libre et de résine. Ils sont en outre peu portés. Les protections respiratoires de classe P2 sont plus efficaces, mais encore moins portés de façon régulière compte tenu de la gêne respiratoire occasionnée. Quant aux APR anti gaz et vapeur, ils sont le plus souvent incomplets et inadaptés à l'application de résines époxy, dont le durcisseur est aminé et de résines polyuréthanes. Seules les cartouches A1 sont fournies dans 70 % des chantiers.

Des filtres AK sont conseillés pour les résines époxy et ABK pour les résines polyuréthanes. La classe (1 ou 2) sera sélectionnée en fonction des conditions du chantier. Dans certains cas, pour les résines polyuréthanes contenant des isocyanates très volatiles, des appareils à adduction d'air peuvent être recommandés.

Enfin, il faut reconnaître que rien n'est fait, notamment sur les petits chantiers (les plus nombreux avec 2 à 4 salariés), pour étudier les possibilités de mise en place d'une protection collective efficace. De plus, les appareils de protection respiratoire fournis ne sont jamais confortables sur le plan respiratoire. Sur les 18 chantiers, aucun salarié n'a bénéficié d'un appareil respiratoire à ventilation assistée.

Propositions du groupe de travail

La réflexion engagée par le groupe de travail a conduit à la nécessité d'une action pluri directionnelle.

Cette réflexion porte sur :

- les produits de base et les formulations avec le souci constant de réduire ou mieux de supprimer les solvants ;
- le choix d'un système offrant la plus grande sécurité ;
- le mode d'application pour limiter les brouillards d'aérosols ;
- les modes d'incorporation des charges siliceuses génératrices, avec le ponçage, d'un risque réel de silicose ;
- l'organisation du travail ;
- la protection collective ;
- la protection respiratoire et cutanée ;
- l'information et la formation claires et complètes sur les produits et les protections.

Cette réflexion et les actions préconisées ci-dessus doivent se concrétiser dans la réalisation d'un guide de prévention des risques chimiques liés à « l'application de résines synthétiques par les entreprises du BTP » à destination des entreprises concernées et d'une « plaquette d'information » simple et largement illustrée, à l'intention des salariés applicateurs.

Conclusion

L'enquête menée par des médecins du BTP (*encadré 3*) sur plusieurs chantiers d'application de résines synthétiques confirme l'insuffisance de la prévention à tous

Les médecins du BTP ayant participé à l'enquête.

Les auteurs remercient les services de médecine du travail qui ont permis à leurs médecins de s'investir dans la réalisation de cette enquête :

Dr Claudine Vigneron
Dr Alain Poirier
Dr Nadine Chemin
Dr Alain Richard
Dr Francine Lévy Volang
Dr Aboukhalil
Dr Agard
Dr Beaumont
Dr Goux
Dr Chantal Rimoux
Dr Gérard Arnould
Dr Isabelle Willot
Dr Marie Christine Hugon

APMT.BTP.RP – Bourg-la-Reine
Médecine du Travail du BTP - Rouen
AMCO - Limoges
SMTBTP de la Loire – Saint-Etienne
APMT.BTP.RP - Bourg-la-Reine
AST Grand Lyon – Villeurbanne
AGEMETRA 69 - Décines
APMT-BTP-RP - Bourg-la-Reine
ACMS 94 - St-Maur-des-Fossés
ACMS - Paris 6^e
GMSI - Carpentras
AMCO Limoges
ACMS 94 – Ivry

ENCADRÉ 3



Documents
pour le Médecin
du Travail
N° 97
1^{er} trimestre 2004

les niveaux et pousse à s'interroger sur les actions à entreprendre. Elle met en évidence l'intérêt et l'efficacité de la pluridisciplinarité pour une meilleure analyse et évaluation du risque chimique. Elle souligne la volonté des professionnels de s'impliquer, avec les préventeurs, dans la recherche de solutions adaptées de prévention. Les formulateurs ne doivent plus être de simples fournisseurs de résines auxquelles ils ont ajouté des solvants mais des partenaires qui doivent composer un binôme avec les applicateurs. L'initiative de l'Association française des formulateurs et applicateurs de résines de sols pour son engagement à former tous les opérateurs des entreprises concernées est à remarquer. Des actions doivent être menées sur les autres paramètres : matériaux, matériels, protection collective, information, formation et sensibilisation etc., avant de préconiser des équipements de protection individuelle, pour certains d'entre eux mal acceptés, donc peu portés.

Le marché global des résines de sols industriels a représenté en l'an 2000, 17 000 tonnes de résines mono et bi composées dont 7 600 tonnes de résines époxydiques et 2 600 tonnes de résines polyuréthanes pour 20 % de solvants formules et dilution (3 170 000 litres) essentiellement xylène et éthers de glycol de type PM et PMA. A ces quantités, il faut ajouter 950 000 litres de solvants employés pour le nettoyage des outils et matériels divers sur chantier dont 500 000 litres de white spirit contenant 1 % d'hydrocarbures aromatiques. C'est dire l'importance du risque chimique dans cette activité et l'urgence de le combattre. D'ailleurs, le récent décret paru le 23 décembre dernier étend, accroît et renforce la prévention du risque chimique aux 15 classes de danger définies dans l'article R. 231-51 et aux agents chimiques même non étiquetés qui présenteraient un danger pour la sécurité et la santé ou bien seraient responsables de maladies professionnelles réparées par un tableau.

ENQUÊTE REVÊTEMENT DE SOL PAR APPLICATION DE RÉSINES

QUESTIONNAIRE CHANTIER VISITÉ

1 DESCRIPTION DU CHANTIER VISITÉ

- Durée prévue du chantier (jours ou semaines) :
- Nbre de salariés prévus sur le chantier
- Nbre de salariés présents le jour de la visite :
- dont
 - CDI :
 - CDD :
 - Intérim :
 - Stagiaire :
 - Sous-traitant :

• Horaires de travail :

• Nature et fonction du local :

(ex. : sol de gymnase, hôpital, parking, réservoir d'eau...)

• Surface totale en m² à traiter :

La totalité de la surface est-elle traitée en une seule fois ?

oui non

Si non préciser le nombre de lots :

• Situation du chantier :

- sous-sol
- étage
- R-de-C
- autre préciser

• Existe-t-il une coactivité à proximité pendant l'application de la résine :

oui non

Si oui, préciser :

Et, un « périmètre de sécurité » pour le risque d'explosion incendie est-il prévu par le coordinateur ?

oui non

Si oui, préciser :

• Des locaux de travail sont-ils occupés à proximité de la zone traitée ?

oui non

Si oui, préciser :

• Conditions thermiques dans lesquelles se déroule le chantier :

Saison :

Température prévisible dans le local à traiter :

• Aération des locaux de l'entreprise utilisatrice où s'effectue le chantier :

- Aération naturelle :
oui non

décrire en clair (fenêtre, trémie, porte...) :

- Aération forcée :
oui non

décrire en clair (nombre de bouches d'extraction, de soufflage, leur dimension, position, débits si connus) :

- Local confiné :
oui non

décrire en clair :

• Un empoussièremement est-il perceptible visuellement lors de la visite ?
oui non

• Une odeur est-elle perceptible ?

oui non

Si oui : Légère Moyenne Forte

• L'entreprise intervenante a rédigé un PPSPS :

oui non

a rédigé un Plan de Prévention :

oui non

Si oui, vous ont-ils été communiqués ?

oui non

Le risque chimique est-il mentionné ?

oui non

• Hygiène du chantier :

Distance de la base de vie au chantier :

Vestiaires :

oui non

Lavabos : avec eau chaude ?

oui non oui non

Douches : avec eau chaude ?

oui non oui non

Eau chaude

oui non

Local repas :

oui non

Présence d'un SST :

oui non

oui non

Commentaires (en clair) :

.....

.....

.....

.....

2 IDENTIFICATION DES DIFFÉRENTES PHASES DE TRAVAIL - PRODUITS UTILISÉS ET MODES OPÉRATOIRES

Remplir le tableau (page suivante) en respectant la chronologie de déroulement des différentes phases, puis décrire succinctement :

1) La phase de transport du matériel et produits sur site :

- moyens d'acheminement des peintures sur site,
- lieu de stockage pendant la durée du chantier et moyen de lutte contre l'incendie,
- acheminement et lieu de stockage des produits au poste de travail pour la journée :

.....

.....

.....

.....

ENQUÊTE REVÊTEMENT DE SOL PAR APPLICATION DE RÉSINES

QUESTIONNAIRE CHANTIER VISITÉ (suite)

2) La phase de préparation au poste de travail des produits (mélanges, etc.) :

.....

3) La phase de nettoyage du matériel :

.....

4) La phase d'évacuation des déchets :

.....

IDENTIFICATION DES DIFFÉRENTES PHASES DE TRAVAIL

Phase de travail	Identification Noms commerciaux + adresse fournisseur	Famille chimique	Outils et matériel utilisés pour l'application	Durée de la phase (minutes ou heures)	Nbre de kg de mélange par m ²
Nature du sol avant travaux					
Préparation du sol : sablage, ponçage, ragréage, grenailage, rabotage, retrait de revêtement					
Primaire d'accrochage					
Séchage					
1 ^{re} couche					
Séchage					
2 ^e couche					
Séchage					
Saupoudrage					
Ponçage					
Couche de finition					
Séchage					
Phase de nettoyage de la surface finie					

ENQUÊTE REVÊTEMENT DE SOL PAR APPLICATION DE RÉSINES

QUESTIONNAIRE CHANTIER VISITÉ (suite)

3 ÉLÉMENTS D'INFORMATION RECUEILLIS SUR LE CHANTIER CONCERNANT LA PRÉVENTION

PROTECTION COLLECTIVE (préciser pour chaque phase, si variable) :

• Ventilation générale mécanique installée par l'entreprise intervenante :

oui non

Si oui,

- extraction oui non

- soufflage oui non

- débit prévu : m³/h

- débit réel si mesure : m³/h

- débit non connu

• Captage à la source pour les appareils dégageant de la poussière :

oui non

préciser :

• Confinement de la zone d'application :

oui non

préciser :

• Autres :

PROTECTION INDIVIDUELLE (préciser les EPI pour chaque phase, si variable)

• Protection cutanée

Nature des gants (préciser) :

Fournis oui non

Portés oui non

Fréquence de changement :

Autres :

Nature des produits de nettoyage corporel fournis par l'entreprise :

.....

.....

• Protection respiratoire

Nature (jetable, masque à cartouche, masque complet, ventilation assistée, adduction d'air) :

.....

Type de filtre (A1, A1P1, A2, A2P2, etc.) :

Fournie oui non

Portée oui non

Fréquence de la maintenance

à la demande oui non

organisée oui non

sur quel(s) critères(s) ?

• Protection du corps

Type de vêtement (préciser) :

Fourni oui non

Porté oui non

Autres protections :

Fournies oui non

Portées oui non

A préciser :

INFORMATION ET FORMATION DES SALARIÉS

• Etiquetage des produits : oui non

• Notice de prescription ou de consigne au poste de travail : oui non

• Fiches données de sécurité disponibles à ce jour : oui non

• Perception du risque chimique : oui non

• Information sur le risque chimique : oui non

• Formation sur les moyens de prévention : oui non

AUTRES ÉLÉMENTS D'ESTIMATION DU RISQUE CHIMIQUE SUR LE CHANTIER :

Météorologie : oui non

Si oui, préciser la nature, le résultat :

.....

Biométrieologie : oui non

Si oui, préciser la nature, le résultat :

.....

.....

PLAINTÉ(S) SPÉCIFIQUE(S) LIÉE(S) À CE CHANTIER AU MOMENT DE LA VISITE :

.....

.....

.....

.....

4 COMMENTAIRES

LIBRES

Indiquer en clair les incidents, dysfonctionnements qui ont pu se produire, en particulier les écarts entre la prévention prescrite et la prévention effective.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Annexe 2

Note : En matière d'appareils de protection respiratoire (APR), les précisions relatives au fait qu'il s'agit d'un demi-masque ou d'un masque complet ne sont pas toujours renseignées.

CHANTIER N°1

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Crèche : 213 m², 2 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Résine PUR à base de MDI▶ Multicouches appliquées au pinceau, rouleau, truelle, taloche trempée en fin de journée dans un solvant PGMA.▶ Application de 6 couches sur béton neuf dont deux solvantées.▶ 2 ponçages à sec avec aspiration intégrée (réutilisation des poussières collectées dans le sac d'aspiration sur 2 couches)	<ul style="list-style-type: none">* Aération naturelle* Extincteur* Gants : latex* APR : demi-masque jetable F FA1 P1 S

CHANTIER N°2

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Parking : 9 000 m², rez-de-chaussée et étages, 11 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Grenailage support béton sous traité.▶ Résines époxy solvantées.▶ 3 couches appliquées au rouleau dont une avec incorporation de quartz.▶ Rouleaux nettoyés par trempage dans un solvant à midi, jetés en fin de journée.	<ul style="list-style-type: none">▶ Aération naturelle▶ Extincteur▶ Nature des gants non précisée▶ APR : masques à cartouche de type A1

CHANTIER N°3

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Local technique : 35 m² en rez-de-chaussée, 2 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Support béton poncé à sec sans aspiration.▶ 2 couches de résines époxy solvantées (xylène) appliquées sur 2 couches de mortier de synthèse.▶ Rouleaux et pinceaux jetés en fin de journée.	<ul style="list-style-type: none">▶ Aération naturelle▶ Gants : latex▶ APR : demi-masque jetable : FFP1

CHANTIER N°4

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Sol industriel : 4 000 m² en rez-de-chaussée, 6 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Grenailage support béton sous traité, puis ponçage avec extracteur de poussières.▶ Résine époxydique sur une partie du sol, appliquée sur 2 couches au rouleau, à la raclette crantée et passage du rouleau débulleur, nettoyé en fin de journée par MEK et toluène.▶ Mortier multicouche époxy saupoudré de quartz coloré pour l'autre partie du sol.	<ul style="list-style-type: none">▶ Aération naturelle▶ Extracteur▶ Gants : latex▶ APR : masques avec filtre<ul style="list-style-type: none">■ P2 SL pour ponçage (non portés)■ A1 P1 pour résines et mortiers

CHANTIER N°5

Type du chantier

Entrepôt : 2 100 m², rez-de-chaussée, 4 salariés

- ▶ Grenailage support béton par l'entreprise.
- ▶ Résine époxydique sans solvant.
- ▶ 5 couches dont 2 avec adjonction de sable (97 % de silice libre [SiO₂]) appliquées au rouleau, à la raclette crantée et à la spatule (finition) nettoyées par de l'acétone en fin de poste.

Prévention sur le chantier

- ▶ Aération naturelle
- ▶ Grenailleuse, ponceuse munies d'une aspiration intégrée
- ▶ Gants : latex, intérieur coton
- ▶ APR : demi-masque à filtre anti-poussières (P2) et anti solvants (A1)

CHANTIER N°6

Type du chantier

Laboratoire : 57 m², rez-de-chaussée, 2 salariés

- ▶ Ponçage - rabotage du support béton.
- ▶ Résine époxydique sans solvant.
- ▶ 3 couches dont une saupoudrée de quartz à 97 % de SiO₂ appliquées à la truelle, spatule caoutchouc, lisseuse et peigne cranté, nettoyés par MEK dans un seau en fin de poste.

Prévention sur le chantier

- ▶ Aération naturelle
- ▶ Gants : latex doublés coton
- ▶ Ponçeuse à aspiration intégrée
- ▶ APR : demi-masque P2 à filtre

CHANTIER N°7

Type du chantier

Usine : 100 m², rez-de-chaussée, 2 à 4 salariés

- ▶ Grenailage sur béton peint.
- ▶ Résine époxy.
- ▶ 2 couches dont une solvantée.
- ▶ Résine PUR solvantée pour la 3^e couche à base HDI et TDI, rouleau à manche, lisseuse flamande nettoyés par MEK.

Prévention sur le chantier

- ▶ Aération naturelle
- ▶ Aération artificielle par 2 ventilateurs à chaque extrémité de l'entrepôt
- ▶ Grenailleuse à aspiration intégrée
- ▶ Gants : latex doublés coton
- ▶ APR : masques avec filtre
 - P1 sans soupape (poussières)
 - A1 B1 K1 (résines)

CHANTIER N°8

Type du chantier

Parquet chêne ciré : 15 m², 2 salariés

- ▶ Ponçage.
- ▶ 3 couches dont un primaire très solvanté et 2 couches de vernis bicomposant solvanté (vitrifiant), plus acide fort, passées à la brosse.

Prévention sur le chantier

- ▶ Aération naturelle
- ▶ Ponceuse à aspiration intégrée
- ▶ Gants : vinyle
- ▶ APR :
 - demi-masque à filtre A1
 - demi-masque FFP1 (poussières) non porté

CHANTIER N°9

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Terrasse d'appartement : 36 m², 3 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Support dalles tomettes, poncé à la meule sans aspiration.▶ Résine polyméthacrylique solvantée, 1^{er} couche primaire.▶ Résine polyester insaturée dans le styrène pour la 2^e couche.▶ Peroxyde de dibenzoyl pour la couche de finition avec sable pour accrochage carrelage, colle, rouleau nettoyé dans solvant.	<ul style="list-style-type: none">▶ Plein air▶ Gants : vinyle▶ APR : masque à filtre A1

CHANTIER N°10

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Charpente et garde corps d'un viaduc : 200 m de long, 20 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Support sablé par l'entreprise.▶ 3 couches de résine dont 2 époxydiques et 1 à base de résine PUR solvantée.▶ Application au pistolet «Airless» nettoyé au diluant pour époxy.	<ul style="list-style-type: none">▶ Extérieur▶ Gants : néoprène▶ APR : masque à cartouche▶ APR pour le sablage : ?

CHANTIER N°11

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Gymnase : 1 200 m², rez-de-chaussée, 3 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Support béton : ponçage sans aspiration intégrée.▶ Résine PUR sans solvant, à base de MDI bicomposant pour les 3 premières couches, monocomposant pour la 4^e couche, finition à base de HDI solvanté.▶ Ponçage à la ponceuse rotative de la 3^e couche, raclette, rateau à dents, rouleau débulleur, nettoyés dans solvant toluène et xylène avec gants.	<ul style="list-style-type: none">▶ Aération naturelle▶ Aspirateur industriel▶ 3 types de gants dont caoutchouc▶ APR : masques<ul style="list-style-type: none">■ demi-masques jetables anti-poussières P1, peu porté■ résines : à filtre, non précisé

CHANTIER N°12

Type du chantier	Prévention sur le chantier
Local chaufferie : 100 m², sous-sol, 2 salariés <ul style="list-style-type: none">▶ Support dalles béton, poncé avec ponceuse à main avec aspiration.▶ Primaire époxy solvanté : rouleau.▶ 2 couches de résine PUR à base de MDI, sans solvant : rouleau nettoyé dans de la MEK.	<ul style="list-style-type: none">▶ Aération naturelle▶ Aération par extracteur▶ Ponceuse avec aspiration▶ Gants : latex▶ EPI respiratoire : masques à filtre A1 B1 E1 P2

CHANTIER N°13

Type du chantier

Sous-sol (1 et 2) et terrasse :
4000 m² au total traités en 18 mois, 2 salariés

- ▶ Support béton poncé sans aspiration intégrée.
- ▶ multicouches dont :
 - Primaire résine époxy au rouleau.
 - Préparation des angles : solvants au pinceau.
 - 1 couche, résine PUR au rouleau MDI.
 - 1 couche, résine PUR solvantée HDI.

Prévention sur le chantier

- ▶ Aération naturelle (terrasse)
- ▶ Extraction (sous-sols)
- ▶ Aspiration industrielle au centre du local
- ▶ Gants néoprène doublés coton
Gants latex doublés coton
- ▶ APR :
 - Ponçage, masque anti-poussières P3
 - Résines, masques à filtre A1 B1 E1 P2
- ▶ Rouleaux jetés en fin de poste après arrachage de la résine

CHANTIER N°14

Type du chantier

Dalle béton en plein air : 1 000 m², 4 salariés

- ▶ Résine méthacrylate de méthyle solvantée pour le primaire (pinceau, rouleau).
- ▶ Résine polyester insaturée solvantée dans du styrène.
- ▶ Les 2 couches suivantes appliquées au rouleau et au pinceau.
- ▶ Nettoyage du matériel : MEK et butanone.

Prévention sur le chantier

- ▶ Nature des gants non connue, résistant aux solvants
- ▶ EPI respiratoire : masques à filtre portés, si vent insuffisant, demi-masque

CHANTIER N°15

Type du chantier

Réfection d'un château d'eau : 790 m², 9 salariés

- ▶ Ponçage support béton et colmatage avec résine époxy solvantée.
- ▶ Sablage des canalisations acier au corindon.
- ▶ 3 couches de résine époxy sans solvant, au rouleau pour la 1^{re} couche avec débullage, après pose d'un tissu de verre.
- ▶ Au rouleau pour la 2^e couche, suivie d'une projection de silice à 97 % de SiO₂, au pistolet à air comprimé ou bien saupoudrée à la main.
- ▶ Au pistolet pour la 3^e couche de finition.
- ▶ Matériel nettoyé au diluant le midi et jeté en fin de journée.

Prévention sur le chantier

- ▶ Ventilation générale mécanique par soufflage
- ▶ Pas de confinement de la zone
- ▶ Gants : latex, intérieur coton
- ▶ APR :
 - Adduction d'air pour le sablage
 - Masques à filtre adaptés pour les résines époxy
 - Demi-masques jetables anti-poussières, type non précisé

CHANTIER N°16

Type du chantier

**Parking souterrain, 2 niveaux : 10 000 m²
en exploitation, 2 à 4 salariés**

- ▶ Ponçage et rabotage du support résine avec aspiration intégrée.
- ▶ 3 couches de résine époxy sans solvant, raclette, finition au rouleau, nettoyés le midi par solvant, jetés en fin de journée.
- ▶ Résine PUR solvantée pour la finition, notamment fléchage et bandes blanches au pistolet 100 bars.

Prévention sur le chantier

- ▶ Un extracteur et un ventilateur soufflant l'air entrant
- ▶ Gants : latex
- ▶ EPI respiratoire : masque à 2 filtres A1 pour les résines

CHANTIER N° 17

Type du chantier	Prévention sur le chantier
<p>Signalisation de voirie urbaine : 3 salariés</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Marquage du futur emplacement des bandes.▶ Nettoyage par brûlage au chalumeau des poussières et de l'huile pour assécher le bitume.▶ 1 seule couche épaisse de résine polyméthacrylique sans solvant bicomposant à froid, mise à la spatule, grattée et nettoyée avec du white spirit.	<ul style="list-style-type: none">▶ Plein air▶ Gants de manutention▶ EPI respiratoire : masques à filtre A1 B1 K1

CHANTIER N° 18

Type du chantier	Prévention sur le chantier
<p>Signalisation de voirie urbaine : 3 salariés</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Préparation du support bitume, destiné à recevoir les bandes, au chalumeau et balayage des déchets.▶ Application sans intervention manuelle d'un enduit à base de résine carbonée, d'huile minérale, de billes de verres etc... contenu dans des sacs thermofusibles, jetés dans un sabot, monté sur chariot et portée à 280°	<ul style="list-style-type: none">▶ Plein air▶ Extincteur dans la camionnette▶ Gants de manutention▶ EPI respiratoire : masques à filtre A B E K1

GLOSSAIRE

HDI :	1,6-Diisocyanate d'hexaméthylène
MDI :	Diisocyanate de méthylène
MEK :	Méthyléthylcétone
PGMA :	Acétate de méthyl propylène glycol
PUR :	Polyuréthane
SiO ₂ :	Silice libre
TDI :	Diisocyanate de toluylène