



Produits de démolage des bétons

Composition, dangers,
mesures de prévention

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CRAM-CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les CRAM. Pour les obtenir, adressez-vous au service prévention de la Caisse régionale ou de la Caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les Caisses régionales d'assurance maladie et les Caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de deux ans et d'une amende de 150 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Produits de démoulage des bétons Composition, dangers, mesures de prévention

Cette brochure synthétique présente les principaux produits, ainsi que leurs dangers et les mesures de prévention à appliquer lors de leur utilisation.

Les techniques de construction de gros-œuvre du bâtiment et des travaux publics tendent à multiplier les opérations de préfabrication d'éléments lourds en béton armé (prédalles, éléments de façade de hauteur d'étage, escaliers...), réalisés en usine ou dans un atelier annexe ou une aire réservée du chantier, et celles de coulage sur place de voiles de béton. Ces deux techniques nécessitent l'emploi de coffrages, de nature, de forme et de dimensions adaptées à la destination de la pièce fabriquée, qui doivent être revêtus, avant chaque utilisation, d'un produit de démoulage. La nature chimique des produits employés autant que leur mode d'application peuvent être à l'origine de nuisances et d'atteintes parfois graves de la santé.

*Bruno COURTOIS,
Pascal SERRE,
INRS Paris*

ED 6017

1. Produits utilisés principaux constituants

Le produit de démoulage a le double rôle de permettre une séparation facile de l'élément de coffrage du béton durci [de manière à ce que sa surface ne soit pas altérée lors de cette opération et soit apte à recevoir un revêtement (peinture, plâtre...)] et de protéger la surface interne des éléments de coffrage en vue de leur réemploi, (faciliter l'entretien du coffrage, limiter l'oxydation des coffrages métalliques et imperméabiliser les coffrages à base de bois).

Les agents de démoulage se présentent généralement sous forme liquide. On peut classer les produits servant à les formuler en différentes familles en fonction de leur origine.

Les produits de raffinage du pétrole

- Les huiles minérales qui sont des fractions complexes de distillation du pétrole constituées principalement d'un mélange d'hydrocarbures paraffiniques, naphthéniques et aromatiques. Les techniques de raffinage permettent de réduire la fraction aromatique et en particulier la teneur en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).
- Les solvants pétroliers qui sont également des fractions de distillation du pétrole mais plus légères que les huiles. Ce sont souvent des white-spirits qui sont utilisés, mais parfois également des kérosènes ou des gas-oils, habituellement utilisés comme carburants.

Les produits d'origine végétale

Des huiles végétales (colza, soja, tournesol...) mais également des esters d'acides gras végétaux issus d'huiles végétales.

Les produits de synthèse

On trouve principalement des polybutènes et des polyalkylbenzènes.

Les produits recyclés

On rencontre des huiles minérales de récupération filtrées et régénérées obtenues en particulier à partir des huiles de moteurs usagées. Elles sont souvent enrichies en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et en résidus carbonés ou métalliques provenant de leur première utilisation.

On peut également trouver des solvants de récupération régénérés.

Les agents de démoulage sont formulés à partir de produits issus d'une ou plusieurs des familles précédentes. Ils peuvent être commercialisés et utilisés soit sous forme pure soit sous la forme d'émulsions dans l'eau. Ils contiennent presque toujours des additifs, des agents tensioactifs qui évitent le bullage en surface (alkylbenzènesulfonates, alkylphénols...), des émulsifiants (sulfonates sodiques, naphthénates...), des anti-oxydants (oléate de triéthanolamine, tétraéthylènediamine, phosphate d'alcoyle...), des additifs d'onctuosité (lanoline), des odorisants, des antimousses (silicones) et des acides gras qui ont pour rôle de saponifier en surface la chaux formée au cours de la prise du béton afin d'obtenir un film lubrifiant.

Le SYNAD (Syndicat national des adjuvants pour bétons et mortiers) a établi une classification des agents de démoulage [1]. Le classement se fait sur la composition chimique et sur certains paramètres physico-chimiques. En particulier, les produits d'appellation synthèse ne sont définis que par des critères physico-chimiques ; dans la pratique certains d'entre eux peuvent ainsi ne contenir que des produits de distillation des pétroles. Le classement s'accompagne de critères d'information sur la sécurité incendie, la santé et l'environnement. Les critères d'information pour la sécurité incendie sont basés sur le point d'éclair du produit, ceux pour la santé sur l'évaporation de composés organiques volatils (COV) et la teneur en hydrocarbures aromatiques, ceux pour l'environnement sur la biodégradabilité et l'évaporation de COV.

2. Utilisations

Les produits de démoulage sont employés chaque fois qu'il y a, lors du coulage, risque d'adhérence du béton au moule (ou à l'élément de coffrage). Les forces d'adhérence, susceptibles de se mettre en place lors de la prise, dépendent étroitement de la nature et de l'état de surface du moule ; l'accrochage peut être dû soit à des irrégularités soit à une trop grande porosité du moule qui va favoriser la migration de fines particules de ciment par absorption.

Il existe différentes natures de coffrages, choisies en fonction du type d'élément à mouler : on parle généralement de « moules » pour les coffrages divers et le

moulage des pièces horizontales, et de « banches » pour celui des pièces verticales, de hauteur d'étage.

Les éléments métalliques sont très utilisés, surtout pour le moulage de grandes séries d'éléments identiques ; ce sont des coffrages non absorbants très employés pour les formes planes et simples. Ils sont soit en acier, mais dans ce cas ils sont très lourds et doivent être nettoyés régulièrement pour éviter la formation de rouille qui pourrait tacher le béton à sa surface, soit en aluminium et sont alors revêtus d'un vernis époxydique pour ne pas être attaqués par le ciment. Les coffrages métalliques donnent généralement au béton un beau parement lisse ; on les lubrifie de préférence avec une cire liquide.

Le bois permet de réaliser des moulages aux formes les plus diverses. On rencontre les moules en planches de sapin brutes ou rabotées ou en éléments de grandes dimensions en contre-plaqué. Le coffrage en bois réduit les échanges thermiques avec l'extérieur et permet le bétonnage par temps froid. Le bois ne peut être réutilisé qu'un nombre réduit de fois car sa surface est fragile et tend à se salir rapidement. Les planches brutes, particulièrement absorbantes, doivent être humidifiées, pour ne pas dessécher le béton, puis reçoivent de préférence un agent de démoulage à base d'émulsion directe dans l'eau. Le contre-plaqué (du type « marine », non absorbant) reçoit en surface un vernis spécial puis une huile de démoulage.

Des coffrages en polyester armé de fibres de verre sont également utilisés. Ils donnent un très bel aspect de surface glacé dont les défauts (comme le bullage, assez fréquent) ne sont que plus visibles. Ces panneaux sont peu résistants et demandent l'installation de nombreux raidisseurs. Leur fragilité nécessite beaucoup de soins pour les opérations de démoulage et de nettoyage. Par contre, leur légèreté permet d'obtenir des profils variés ; ils ont surtout l'avantage de présenter avec le béton des forces d'adhérence très faibles et dispensent de l'emploi d'un quelconque produit de démoulage.

Pour le moulage de pièces aux formes complexes, on utilise parfois d'autres matériaux synthétiques comme le polystyrène expansé, les polyuréthanes, le caoutchouc gonflable, des résines époxydiques. Ces éléments nécessitent l'emploi d'agents de démoulage particuliers, conseillés par les fabricants (cires pâteuses ou émulsions).

sions), qui ne contiennent pas de solvants organiques risquant de les endommager.

Certaines techniques utilisent des moules en **béton ou en plâtre** : le moule est alors revêtu d'un vernis époxydique puis d'un démoulant généralement de type cire pâteuse ou émulsion.

3. Emploi et mise en œuvre

Les présentations des produits commerciaux sont variées et l'on rencontre aussi bien des préparations prêtes à l'emploi que des solutions concentrées à diluer sur chantier :

- huiles, cires liquides ou émulsions à utiliser telles quelles ;
- huiles concentrées à émulsionner dans l'eau à l'aide d'un agitateur ;
- cires, gels ou autres préparations pâteuses prêtes à l'emploi.

Ces produits sont livrés en fûts ou en vrac (liquides), stockés alors dans des réservoirs de chantiers.

Il est important de respecter les indications des fabricants concernant les quantités à appliquer et éventuellement la dilution : en effet, un manque de produit peut augmenter l'adhérence du moule au béton frais et provoquer, par rupture dans la masse, de graves désordres sur l'ouvrage. Un excès de produit pâteux peut engendrer des défauts d'aspect en surface (aspect rugueux) et un excès de liquide risque de laisser une peau grasse persistante sur le béton qui entraînera des difficultés lors d'applications ultérieures d'enduits au plâtre, de peintures ou de revêtements collés divers.

La surface du moule doit être sèche, propre, dépoussiérée et régulière. Le film de démoulant doit être aussi uniforme que possible ; les quantités appliquées varient selon la viscosité du produit, la porosité et l'aspect de surface du moule, le mode d'application utilisé, l'orientation du moule (horizontal, vertical ou oblique), et les conditions climatiques (température, vent, en particulier). La consommation de produit peut également être indiquée en surface (m²) couverte par litre (ou par kg) de produit prêt à l'emploi ou concentré. De par leur formulation, certains produits sont plus résistants que d'autres au lavage par la pluie ou à l'évaporation.

Les liquides peuvent être appliqués par pulvérisation (au pistolet ou avec un pulvérisateur à gonflage manuel du type employé en horticulture) ou par badigeonnage (au chiffon, à la brosse, au balai ou à l'éponge). Sur les grands chantiers, pour des raisons de facilité et de rapidité de mise en œuvre, les produits de démoulage sont essentiellement appliqués par pulvérisation à l'aide d'appareils portables ; les pulvérisateurs ne sont pas toujours équipés d'une buse adaptée à la viscosité du produit et les pertes, par formation d'un aérosol trop fin qui vole loin du moule ou bien trop lourd qui provoque des coulures et des excès au pied des banches ou en parties horizontales, sont fréquentes. Ces excès sont toujours néfastes et sont généralement essuyés au chiffon avant le coulage du béton.

4. Dangers et risques

4.1 Danger des principaux agents chimiques

Les huiles

Huiles minérales

Elles peuvent donner lieu à des pathologies cutanées et respiratoires. On rencontre des boutons d'huile « classiques », aujourd'hui plus rares grâce à l'amélioration des conditions d'hygiène, et des cancers de la peau et du scrotum dus aux HPA contenus dans les huiles neuves insuffisamment raffinées ou dans les huiles recyclées (ils sont surtout observés pour des expositions anciennes, avant 1975). Les pathologies respiratoires rencontrées sont des pneumopathies dues aux huiles minérales qui peuvent se compliquer de fibroses ou de surinfections bronchiques. On trouve également des pneumopathies d'irritation ou allergiques qui peuvent être dues à certains des additifs des huiles. Ces pathologies cutanées ou respiratoires peuvent être reconnues comme maladies professionnelles par le régime général de la sécurité sociale [2] :

- Affections provoquées par les huiles minérales ou synthétiques : tableau 36.
- affections cutanées cancéreuses provoquées par les huiles minérales : tableau 36 bis.

Huiles de synthèses

Ces huiles à base de polymères synthétiques (polybutène, polyalkylbenzène...) ne sont pas, en général, considérées comme des agents chimiques dangereux.

En particulier, ces produits ne contiennent pas d'HAP. Malgré cela, elles peuvent être à l'origine d'irritations cutanées et de pathologies respiratoires en cas d'inhalation importante d'aérosols. Il convient également de ne pas oublier que les agents de démoulage contiennent généralement des additifs susceptibles d'avoir des effets sur la santé. Les pathologies cutanées provoquées par les agents de démoulage des bétons à base d'huiles synthétiques peuvent être reconnues comme maladies professionnelles le régime général de la sécurité sociale [2] au titre du tableau 36 Affections provoquées par les huiles minérales ou synthétiques.

Huiles végétales et leurs dérivés

Les huiles végétales et les esters d'acides gras végétaux ne sont pas considérés comme des agents chimiques dangereux pour la santé. En particulier, ces produits ne contiennent pas d'HAP. Les huiles végétales les plus couramment utilisées pour la formulation de produits de démoulage (colza, tournesol) ne semblent pas impliquées dans des allergies cutanées ou alimentaires. Elles peuvent être à l'origine d'irritations cutanées ; une étude allemande portant sur la comparaison des effets cutanés de produits de nettoyage, utilisés en imprimerie offset, à base soit d'huiles minérales soit d'esters d'huiles végétales n'a pas permis de mettre en évidence de différences significatives d'effets entre les deux types de produits, les produits végétaux entraînant même des réactions cutanées un peu plus importantes que ceux à base d'huile minérale [3].

Il convient également de ne pas oublier que les agents de démoulage contiennent généralement des additifs susceptibles d'avoir des effets sur la santé. On peut notamment trouver dans certains agents de démoulage des dérivés du tallol (un sous produit du bois de pin provenant de l'industrie de la pâte à papier impliqué dans la survenue d'allergies cutanées ou respiratoires [4, 5]).

Les solvants

White-spirits désaromatisés [6, 7] : ce sont des coupes pétrolières dont les molécules contiennent environ 6 à 13 atomes de carbone. Les white-spirits désaromatisés ont subi un traitement destiné à éliminer les molécules aromatiques et en particulier le benzène particulièrement dangereux pour la santé (voir encadré sur les composés aromatiques). Comme tous les solvants pétroliers, se sont des dépresseurs du système nerveux central. Leur inhalation répétée ou prolongée conduit à des manifestations telles que maux de

tête, vertiges, sensations d'ébriété, pertes d'appétit ... Leur contact prolongé avec la peau aura une action dégraissante et desséchante se traduisant par des irritations et des dermatoses.

Kérosène [8]: il s'agit de fractions pétrolières légèrement plus lourde (9 à 16 atomes de carbone) que les white-spirits. Ils peuvent contenir 15 à 20 % de composés aromatiques, sauf s'ils sont désaromatisés, ils en contiennent alors moins de 5 %. Ils ont des effets sur l'organisme similaires à ceux des white-spirits.

Gazole : il s'agit d'une combinaison complexe d'hydrocarbures obtenue par distillation du pétrole brut. Le gazole se compose d'hydrocarbures dont le nombre de carbones est compris entre 9 et 20 atomes de carbone.

Ces hydrocarbures ont des effets sur la santé semblables à ceux des white-spirits et kérosènes mais sont moins volatiles. De plus, ils sont classés cancérigènes de catégorie 3 par la communauté européenne (effet cancérigène suspecté, preuves insuffisantes).

Les additifs

Les agents de démoulage contiennent de nombreux additifs, présents en faibles concentrations (jusqu'à quelques pour cents). Nous ne pouvons dans ce document recenser toutes ces substances et encore moins résumer leurs dangers. Les plus dangereux d'entre eux, présents en concentrations significatives, doivent être mentionnés dans la fiche de données de sécurité (FDS) de l'agent de démoulage et ils doivent être pris en compte dans l'évaluation du danger global du produit par le fournisseur.

RAPPEL RÉGLEMENTAIRE SUR LA CLASSIFICATION ET L'ÉTIQUETAGE

L'objectif de cet encadré est de rappeler les obligations des fournisseurs de produits chimiques en terme de classification et d'étiquetage.

L'article L. 231-6 du code du travail impose aux fabricants, importateurs ou vendeurs de substances ou préparations dangereuses d'apposer sur les récipients, sacs ou enveloppes qui les contiennent une étiquette où sont portées de manière lisible et indélébile les indications suivantes :

- le nom commercial de la préparation,
- l'identité du responsable de la mise sur le marché qu'il s'agisse du fabricant, de l'importateur ou du distributeur,
- le nom chimique des substances dangereuses présentes dans la préparation,
- les symboles, indications de danger, phrases de risque et conseils de prudence.

Ces informations sont portées sur l'étiquette suivant les règles fixées par les arrêtés du 9 novembre 2004 transposant la directive 2001/59/CE et du 9 novembre 2004 transposant la directive 1999/45/CE ; elles permettent d'alerter rapidement les utilisateurs de ces produits sur leurs dangers.

En outre, les fabricants, importateurs ou vendeurs de produits chimiques sont tenus de déclarer à l'INRS les produits classés très toxiques, toxiques ou corrosifs suivant les règles fixées dans l'arrêté du 5 janvier 1993. Ces informations sont utilisées pour répondre à des demandes d'ordre médical desti-

nées à la prévention ou au traitement des affections induites par ces produits.

Cette réglementation s'applique aux produits de démoulage des bétons qui peuvent être formulés notamment à partir de substances issues du raffinage du pétrole ou encore de produits recyclés comme les huiles minérales de récupération (voir encadré sur le sujet).

Les substances dérivées du pétrole utilisées pour formuler les produits de décoffrage peuvent présenter un risque cancérigène qui ne doit être pris en compte que dans les conditions mentionnées dans les différents Notas repris ci-dessous :

Nota L

La classification comme cancérigène ne doit pas s'appliquer s'il peut être établi que la substance contient moins de 3% d'extrait par le diméthylsulfoxyde (DMSO) mesuré selon la méthode IP 346 (méthode globale de détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)). La présente note ne s'applique qu'à certaines substances complexes dérivées du pétrole reprises à l'annexe I des substances dangereuses de la directive 67/548/CEE.

Note N

La classification comme cancérigène ne doit pas s'appliquer si l'historique complet du raffinage est connu et qu'il peut être établi que la substance à partir de laquelle elle est produite n'est pas cancérigène. La présente note ne s'applique qu'à certaines substances complexes dérivées du pétrole reprises à l'annexe I des substances dangereuses de la directive 67/548/CEE.

Note P

La classification comme cancérigène ne doit pas s'appliquer s'il peut être établi que la substance contient moins de 0,1 % poids/poids de benzène. La présente note ne s'applique qu'à certaines substances complexes dérivées du pétrole reprises à l'annexe I des substances dangereuses de la directive 67/548/CEE.

À titre d'exemple, les substances « distillats naphthéniques lourds (pétrole) CAS = 64742-52-5 », « naphta hydrotraité à point d'ébullition bas CAS = 64742-82-1 » et « distillats paraffiniques légers (pétrole), déparaffinés au solvant CAS = 64742-56-9 » sont couramment utilisées pour formuler des produits de décoffrage ; elles sont reprises à l'annexe I et visées par les notas L ou P décrits ci-dessus. Leur classification comme cancérigène devra s'appliquer si elles renferment 3 % ou plus d'extrait par le DMSO ou encore 0,1 % ou plus de benzène ; le produit de décoffrage résultant du mélange de telles substances sera classé comme cancérigène si la teneur en benzène est supérieure ou égale à 0,1 % ou encore si la teneur en extrait au DMSO est supérieure ou égale à 3 %.

Conformément à l'alinéa 1.7.3.1 de l'arrêté du 9 novembre 2004 transposant la directive 2001/59/CE, tout responsable de la mise sur le marché d'une première préparation utilisée comme constituant d'une seconde préparation doit fournir toutes les données nécessaires sur les substances dangereuses présentes dans la première préparation permettant d'effectuer correctement l'étiquetage de la seconde préparation.

CLASSIFICATION ET ÉTIQUETAGE DES AGENTS DE DÉMOULAGE CONTENANT DES HUILES OU SOLVANTS RECYCLÉS

En préalable à cet encadré, nous insistons sur le fait que l'INRS déconseille formellement l'utilisation d'huiles recyclées pour la formulation de produits de démoulage des bétons. Cette position est justifiée par le fait que les huiles minérales recyclées ne peuvent généralement garantir un même niveau d'innocuité que les huiles végétales, synthétiques ou minérales neuves et qu'il existe des risques importants de contacts cutanés et d'inhalation d'aérosols lors de l'application des agents de démoulage des bétons.

Les huiles et solvants recyclés mis sur le marché doivent être étiquetés selon la réglementation en fonction de la teneur en substances dangereuses qu'ils renferment ; ces substances dangereuses peuvent être :

- des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP),
- le benzène,
- tout autre résidu organique ou métallique dangereux provenant d'une utilisation antérieure.

Un produit recyclé doit être étiqueté en utilisant :

- des analyses permettant de connaître la teneur en substances dangereuses du produit
- l'historique du produit permettant de connaître sa composition (parfois difficile à reconstituer pour un produit recyclé),
- les traitements de purification réalisés après récupération s'ils permettent de diminuer la teneur en impuretés dangereuses pour la santé.

Dans le cas des HAP dans des produits recyclés, la réglementation sur la classification et l'étiquetage des produits de raffinage du pétrole est n'est en général pas applicable, en effet la méthode IP 346 prévue par la réglementation pour déterminer la teneur en HAP ne s'applique qu'à des produits neufs. Il est alors nécessaire de prendre en compte le benzo[a]pyrène (BaP) pour classer ces produits. Celui-ci figure en effet à l'annexe I des substances dangereuses de la directive 67/548/CE avec une classifi-

cation cancérogène de catégorie 2, mutagène de catégorie 2, toxique pour la reproduction de catégorie 2, sensibilisant cutané et nocif. La présence de BaP dans une préparation conduit au classement de celle-ci comme dangereuse en fonction de seuils spécifiques, en particulier une concentration supérieure ou égale à 0,01 % de BaP conduit au classement de cette préparation comme cancérogène. Pour plus d'informations sur la classification du BaP et les seuils de classement des préparations en contenant il est possible de consulter le site web du Bureau Européen des Produits Chimiques [11].

Huile ou solvants recyclés doivent être considérés comme des préparations ; l'entreprise qui les met sur le marché doit fournir aux formulateurs toutes données permettant d'effectuer l'étiquetage d'une préparation dans laquelle elles seront incorporées.

4. Risques pour les utilisateurs

L'emploi sur chantier d'agents de démoulage induit en premier lieu un risque de chute par glissade pour les opérateurs eux-mêmes et tout le personnel voisin, surtout lorsque de grands éléments de coffrage horizontaux sont traités et en attente de recevoir le béton (tables de coffrage de dalles ou moules de prédalles) ou lorsqu'ils sont en cours de traitement. Par temps de pluie, ce risque est accru, et d'autant plus insidieux que toutes les surfaces environnantes sont luisantes.

Les risques pour la santé des utilisateurs dépendent des dangers présentés par les produits de démoulage et des expositions qui sont induites par les conditions d'utilisation.

L'application par pulvérisation augmente l'exposition aux produits. On observe en particulier :

- des contacts cutanés directs aux mains, aux bras et au visage (projections à l'ap-

plication ou contact avec des outils, des chiffons ou des pièces souillées).

- des contacts cutanés indirects résultant de l'imprégnation progressive des vêtements de travail ;

- des expositions par inhalation de l'aérosol de pulvérisation : ce risque est particulièrement important au cours du traitement des banches de hauteur d'étage (2,70 m) lorsque, juste avant leur mise en place, elles forment un couloir étroit de moins d'un mètre de largeur sur parfois plusieurs dizaines de mètres de longueur dans lequel l'aérosol se trouve en quelque sorte confiné.

L'application par badigeonnage entraîne essentiellement des expositions par contacts cutanés.

Il est également nécessaire d'avoir à l'esprit qu'une peau dégradée ou fragilisée (coupure, érosion ...) constitue une barrière contre les substances chimiques moins efficace qu'une peau saine et que dans le BTP ou dans les usines de préfabrication, les occasions de contact avec des matériaux abrasifs et des produits corrosifs (ciment mouillé présent dans les bétons) sont nombreuses.

5. Mesures de prévention

L'utilisation des produits de démoulage des bétons est soumise aux règles générales de prévention du risque chimique prévues par le code du travail.

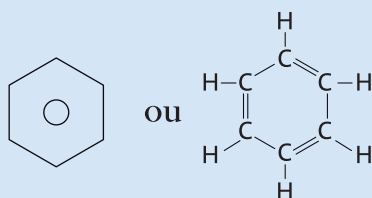
Substitution des produits les plus dangereux

Le choix des produits de traitement les moins dangereux possibles, compte tenu des contraintes techniques est la première mesure à mettre en œuvre pour la protection des travailleurs. Par exemple, ce peut être le choix de produits en phase aqueuse plutôt que de produits en phase solvant, évitant ainsi les risques d'incendie ainsi que les risques pour la santé provoqués par les vapeurs de solvant.

Les critères d'information associés à la classification des agents de démoulage établie par le SYNAD peuvent servir de base mais sont insuffisants à eux seuls

LES HYDROCARBURES AROMATIQUES [12]

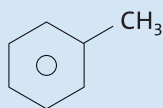
Ce sont des produits pétroliers spécifiques composés d'atome de carbone et d'hydrogène et regroupant tous les composés renfermant un ou plusieurs cycles benzéniques. Le plus simple est le benzène de formule C_6H_6 :



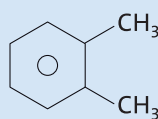
Benzène

Les composés utilisés comme solvants comportent généralement un seul cycle benzénique avec une ou plusieurs chaînes latérales comme le toluène, le xylène ou l'éthylbenzène :

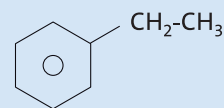
Le benzène est le plus toxique de tous



Toluène



Xylène



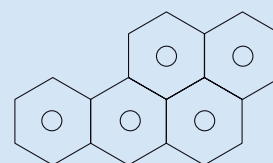
Éthylbenzène

ces solvants. Il se distingue du fait de sa grande toxicité pour les cellules sanguines et pour la moelle osseuse qui les produit. Les affections en résultant vont de la simple anémie à la survenue de cancers du sang. Le benzène est interdit à plus de 0,1 % dans les solvants.

Les autres solvants aromatiques n'ont pas cette toxicité vis à vis du sang mais sont malgré tout dangereux pour la santé notamment du fait de leurs effets aigus et chroniques sur le système nerveux central.

Les huiles minérales contiennent également des hydrocarbures aromatiques.

Lorsqu'ils comportent plusieurs cycles benzéniques, on parle d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Certains d'entre eux sont reconnus comme cancérigène comme par exemple le benzo[a]pyrène.



Benzo[a]pyrène

pour choisir les produits le moins dangereux. Pour cela il est nécessaire de se baser sur l'étiquetage et surtout sur la fiche de données de sécurité (FDS).

Pour le choix des agents de démoulage les moins dangereux, on peut se baser sur les indications suivantes :

- préférer :

- les produits « pur végétal » ; attention, les produits à base végétale peuvent contenir une forte proportion de solvants pétroliers de type white-spirit !
- les produits à base d'huile de synthèse ; attention à la présence possible de solvants !
- les produits à base d'huile minérale neuve
- les produits sans solvant, émulsions aqueuses par exemple

- éviter :

- les produits à base d'huile minérale recyclée
- les produits contenant des additifs dangereux pour la santé et en particulier ceux étiquetés comme sensibilisants respiratoires ou cutanés (phrases de risque R 42 et R 43) ou visés par les tableaux n° 64 et n° 66 des maladies professionnelles du régime général de la sécurité sociale.

Mesures de prévention technique

Lorsque cela est techniquement possible, il faut privilégier les modes d'application automatisés plutôt que manuels,

ce qui est notamment possible dans le secteur de la préfabrication. Sinon, il est souhaitable d'éviter le mode d'application par pulvérisation pour le remplacer par le badigeonnage (au rouleau, au balai, à la brosse ou au chiffon) ; le risque de pénétration par inhalation diminue fortement et on se limite alors à prévenir le risque de contact cutané.

Si l'application par pulvérisation est maintenue, le choix, la bonne utilisation ainsi que l'entretien des matériels de pulvérisation sont également importants pour réduire les expositions notamment par voie respiratoire.

Il convient en particulier de :

- choisir un type de buse de pulvérisation et une pression de service adaptés à

la viscosité du produit utilisé, la fiche technique du produit doit aider à faire ce choix ;

• minimiser la quantité de produit utilisé pour obtenir un film continu le moins épais possible. Pour cela, il est nécessaire de contrôler :

- la pression de pulvérisation qui doit permettre un bon étalement des gouttelettes sans rebond de celles-ci sur la paroi,
- la distance de la buse à la surface du moule qui doit être constante et adaptée à la pression,
- l'orientation du jet qui doit généralement être perpendiculaire à la surface à traiter,
- la vitesse de déplacement de la buse qui doit être aussi constante que pos-

LA FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ

La FDS est obligatoire pour les préparations qui contiennent, en concentration individuelle supérieure ou égale à 1 % en poids, au moins une substance dangereuse ou une substance possédant une valeur limite d'exposition professionnelle [10].

Ce document, beaucoup plus complet que l'étiquette de sécurité des produits chimiques, permet une description plus précise des dangers, des mesures de prévention à mettre en œuvre, des équipements de protection individuelle adaptés ...

Elle est indispensable à la réalisation de l'évaluation des risques présents au poste de travail.

Ce document est transmis, par le responsable de la mise sur le marché du produit chimique, au chef d'entreprise qui la retransmettra lui-même au médecin du travail. L'employeur doit veiller à ce que les travailleurs, le CHSCT ou les DP aient accès aux FDS des produits chimiques utilisés dans l'entreprise.

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

Il n'existe pas de valeur limite d'exposition professionnelle spécifique aux agents de démoulage des bétons. Dans le domaine proche des fluides de coupe où les produits utilisés sont à base d'huile minérale, synthétique ou parfois végétale, l'INRS recommande pour les aérosols de ne pas dépasser 0,5 mg/m³. Cette valeur établie par le NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) aux Etats Unis, peut également être utilisée comme référence de prévention pour les aérosols d'agents de démoulage des bétons.

Pour les solvants de type white-spirit ou kérosène, il est possible d'utiliser les VLEP françaises pour les hydrocarbures en C9-C12 (VME¹ : 1 000 mg/m³ et VLCT² 1 500 mg/m³).

Certaines autres substances entrant dans la composition des produits peuvent avoir des VLEP qui doivent être indiquée dans les FDS.

¹ VME : Valeur limite de moyenne d'exposition destinée à protéger les salariés des effets à terme, elle est mesurée ou estimée sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

² VLCT : Valeur limite d'exposition de court terme destinée à protéger les salariés des effets immédiats ou à court terme, elle est mesurée ou estimée sur une durée de 15 minutes.

sible et adaptée pour permettre la dépose de la quantité de produit juste nécessaire,

- entretenir le matériel, et en particulier les buses de façon à éviter leur encrassement.

D'autre part, on prendra garde au sens du vent, de manière à ne pas se trouver dans l'aérosol formé.

On balisera les zones où il existe un risque de glissade, même momentané (tables de coffrage ou moules horizontaux, épandage accidentel au sol).

Enfin, le stockage des produits inflammables se fera dans un local fermé, tempéré et bien ventilé, à l'abri de toute source de chaleur et d'ignition. Sur le chantier, ne seront stocker que les quantités de produits nécessaires à l'application.

Protections individuelles

En complément des mesures précitées, le port d'équipements de protection individuelle est nécessaire chaque fois qu'il y a un risque de contacts directs avec le produit. Lors de l'application, les équipements suivants seront utilisés :

- des gants à manchette résistant aux solvants si nécessaire ; les gants en nitrile sont bien adaptés contre les solvants pétroliers ;
- un vêtement de travail fermé aux poignets et aux chevilles résistant aux projections de liquide si nécessaire ;
- des lunettes de protection.

Dans le cas d'applications par pulvérisation, lorsque la protection collective est

impossible ou insuffisante ou lors de travaux ponctuels, il convient que les opérateurs portent des équipements de protection respiratoire. Dans le cas où la durée de port d'une protection respiratoire excède 1 h, il est nécessaire, soit de prévoir des appareils à ventilation assistée (plus confortables et efficaces), soit d'organiser le travail (personnels travaillant alternativement sur plusieurs postes par exemple) pour réduire la durée de port de ces équipements.

Dans le cas où les produits appliqués contiennent des solvants pétroliers, il est recommandé d'utiliser des demi-masques équipés de cartouches de type A2P2 ou des appareils à ventilation assistée pouvant être des demi-masques de type TM2AP ou des cagoules de type TH2AP. Dans le cas de produits sans solvant pétrolier, les équipements de protection respiratoire peuvent être soit des demi-masques jetables de type FFP2 soit des demi-masques équipés de filtres de type P2. Les appareils à ventilation assistée peuvent être des demi-masques de type TM2P ou des cagoules de type TH2P.

Le masque doit être adapté à la morphologie du visage de l'opérateur, il est préférable de laisser l'opérateur choisir entre plusieurs types de masques.

La durée maximum d'utilisation prévue par le fabricant doit être respectée notamment pour les masques jetables.

Hygiène

Le respect de mesures d'hygiène permet d'éviter des expositions par ingestion ou par voie cutanée, il est en particulier nécessaire :

- de changer régulièrement de vête-

ment de travail et rapidement en cas de souillure accidentelle,

- d'utiliser des savons d'atelier pour se laver les mains et de proscrire l'utilisation de solvants,
- d'avoir une bonne hygiène corporelle,
- de prendre ses repas dans un local prévu à cet effet et non directement sur son lieu de travail,
- de jeter les chiffons souillés dans des sacs ou des récipients fermés (qui seront ensuite traités comme des déchets dangereux), ne pas les mettre au feu.

Surveillance médicale

Le médecin du travail doit être informé de l'utilisation de produits de démoulage. En fonction des produits utilisés et de leurs conditions d'utilisation, il pourra décider d'une éventuelle surveillance médicale particulière.

Formation et information du personnel

La formation et la sensibilisation des salariés aux risques et aux moyens de les prévenir revêtent une grande importance.

Ces actions doivent concerner toutes les intervenants, particulièrement les nouveaux embauchés et les travailleurs temporaires. Les bonnes pratiques dans le domaine de la sécurité évoluent et ne doivent jamais être considérées comme définitivement acquises, ce qui implique de renouveler régulièrement des actions de formation et de sensibilisation.

La formation du personnel doit porter sur :

- la lecture de l'étiquetage des produits chimiques et des fiches de données de sécurité (voir encadré sur la FDS) ;
- les risques spécifiques liés aux techniques utilisées ;
- les mesures de prévention à respecter lors des transvasements de produits, de l'application et des opérations de maintenance ;
- les règles et procédure permettant une bonne qualité de l'application tout en minimisant les quantités de produits utilisées ;
- les mesures d'hygiène et leur respect ;
- le port et l'entretien des équipements de protection individuelle.

POUR EN SAVOIR PLUS

- [1] ■ *Classification SYNAD des agents de démoulage*. SYNAD, 2005 <http://www.synad.fr>
- [2] ■ *Les maladies professionnelles. Guides d'accès aux tableaux du régime général et du régime agricole de la sécurité sociale*. Paris, INRS, ED 835, 2006
- [3] ■ *Vergleichende Untersuchung zur Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz durch Reinigungsmittel auf mineralöl- und auf Pflanzenölbasis unter besonderer Berücksichtigung akuter und chronischer Hauterkrankungen. (Etude comparative du niveau d'absorption et de la réaction cutanée des employés, dus à des produits de nettoyage à base d'huiles minérales et végétales, sous l'angle notamment des maladies de peau aiguës et chroniques)* Institut und Poliklinik für arbeits-, sozial- und Umweltmedizin. Förderkennzeichen : 617.0-FF, 2002
- [4] ■ *K. Shalders J.S.C. English, D.H. Cartwright and H. Nelson, Allergic contact dermatitis from tall oil in undiluted soluble oils used as releasing fluids*. Contact Dermatitis, 2001, 45, p171
- [5] ■ *Asthme professionnel à la colophane*. Paris, INRS, TR 31, 2003
- [6] ■ *Les solvants pétroliers*. Paris, INRS, ED 4224, 2004
- [7] ■ *White-spirit*. Paris, INRS, FT 94, 1998
- [8] ■ *Pétroles lampants*. Paris, INRS, FT 140, 1998
- [9] ■ *Classification, emballage et étiquetage des substances et préparations chimiques dangereuses. Textes réglementaires et commentaires*. Paris, INRS, ED 982, 2006. *Classification, emballage et étiquetage des substances et préparations chimiques dangereuses. Guide de classification et d'étiquetage. Méthodes d'essais*. Paris, INRS, ED 983, 2006.
- [10] ■ *La fiche de données de sécurité*. Paris, INRS, ED 954, 2005
- [11] ■ *Bureau européen des produits chimiques. Etiquetage et classification*. <http://ecb.jrc.it/classification-labelling>
- [12] ■ *Les hydrocarbures aromatiques*. Paris, INRS, ED 4226, 2004

Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service prévention de votre CRAM ou CGSS.

Services prévention des CRAM

ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
BP 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 89 21 62 20
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@cramaquitaine.fr

AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.cram@wanadoo.fr

BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,
39 Jura, 58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord
38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 70 51 32
fax 03 80 70 51 73
prevention@cram-bfc.fr

BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@cram-bretagne.fr
www.cram-bretagne.fr

CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintraillies
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@cram-centre.fr

CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 79 00 64
doc.tapr@cram-centreouest.fr

ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne, 92 Hauts-de-Seine,
93 Seine-Saint-Denis, 94 Val-de-Marne,
95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr

LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 5
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@cram-lr.fr

MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 g/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@cram-mp.fr

NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@cram-nordest.fr

NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@cram-nordpicardie.fr
www.cram-nordpicardie.fr

NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 21
fax 02 35 03 58 29
catherine.lefebvre@cram-normandie.fr
dominique.morice@cram-normandie.fr

PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 0821 100 110
fax 02 51 82 31 62
prevention@cram-pl.fr

RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme,
38 Isère, 42 Loire, 69 Rhône,
73 Savoie, 74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@cramra.fr

SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@cram-sudest.fr

Services prévention des CGSS

GUADELOUPE

Immeuble CGRR
Rue Paul-Lacavé
97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00
fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

GUYANE

Espace Turenne Radamonthe
Route de Raban,
BP 7015
97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04
fax 05 94 29 83 01

LA RÉUNION

4 boulevard Doret
97405 Saint-Denis cedex
tél. 02 62 90 47 00
fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31
05 96 66 51 32
fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr

COLLECTION DES AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUES

Les techniques de construction de gros-œuvre du bâtiment et des travaux publics tendent à multiplier les opérations de préfabrication d'éléments lourds en béton armé réalisés en usine ou autre, et celles de coulage sur place de voiles de béton. Ces deux techniques nécessitent l'emploi de coffrages qui doivent être revêtus, avant chaque utilisation, d'un produit de démoulage. La nature chimique des produits employés autant que leur mode d'application peuvent être à l'origine de nuisances et d'atteintes parfois graves de la santé.

Cette brochure présente les principaux produits, ainsi que leurs dangers et les mesures de prévention à appliquer lors de leur utilisation.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 6017

2^e édition • juillet 2007 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1530-6