

## SUBSTITUTION CMR/ ACD / CHANGEMENT MODE OPERATOIRE :

La substitution d'un agent chimique dangereux ou CMR consiste à remplacer cet agent par une substance, un mélange ou un procédé qui, dans ses conditions d'emploi, n'est pas ou est moins dangereux pour la santé ou la sécurité des travailleurs.

**La substitution est un axe prioritaire en matière de prévention des risques professionnels** car elle permet de supprimer l'exposition à l'agent dangereux considéré.

L'employeur doit substituer **les agents CMR de catégorie 1A ou 1B (classification UE)** sur le lieu de travail, dès lors que leur utilisation est susceptible de conduire à une exposition et dans la mesure où cela est techniquement possible ; il doit pouvoir justifier des tentatives effectuées et consigner le résultat de ces investigations dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

Les cancérogènes de catégorie : 2 (CMR suspectés) sont considérés aussi comme des agents chimiques dangereux

Un agent chimique dangereux est un composé chimique utilisé, produit, ou libéré (classé par un pictogramme de danger, ou présentant une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) ou dangereux par ses modalités d'utilisation) :

### **Exemples de Substitution :**

#### Travaux Bâtiment :



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

- ✓ Peinture sans solvants : phase aqueuse ou peintures minérales (pigments naturels).
- ✓ Résines de sol, colles : privilégier **les résines en phase aqueuse type** acrylique ou vinylique.
- ✓ Pour éliminer les risques liés aux solvants, choisir les produits les moins volatils ex pour les résines polyuréthanes : **privilégier le MDI** moins volatil que le HDI ; pour limiter le risque d'incendie, travailler si possible avec des produits **dont le point éclair est supérieur à 40° voire 55°C**
- ✓ Privilégier les prêts à l'emploi pour limiter les risques générés par l'introduction des charges lors de la préparation des produits
- ✓ Privilégier les applications générant moins de brouillard, l'utilisation de mélangeur mobile éliminant les projections dues au mélange des produits et permettant d'isoler le préparateur de la zone d'application ; l'utilisation d'une pompe bi composante permet d'éviter les opérations de mélange des produits et facilite les opérations de nettoyage ;

L'utilisation de rouleau à alimentation automatique en peinture, évite les opérations de trempage dans le bidon, génératrices de salissures.

- ✓ Mortier chimique vert (résine vinyle/ester sans styrène et sans solvant) prêt l'emploi pour scellement des fers à béton.
- ❖ Pour nettoyage, dégraissage, décapage (métaux, peinture... ) :

#### Remplacer les solvants organiques :

- **Solvants chlorés** (trichloréthylène, perchloréthylène, dichlorométhane (décapage peintures) ; leur usage dans le nettoyage des surfaces **est en baisse depuis plusieurs années.**
- **Solvants non chlorés** type : solvants pétroliers classés nocifs ou toxiques :
  - Type aromatiques ou halogénés, White Spirit, Benzéniques, Naphta, Paraffiniques.
  - Acétone, Butyl Acétate ; Diméthyl Formamide (DMF) ; Acétate d'Ethyl, Methyl Ethyl Cetone (MEK) ; Méthyl Isobutyl Cetone ; N- Méthyl pyrrolidone(NMP),
  - Phénol, Toluène, Xylène, Alcool Isopropylique.
- **Solvants Autres** : Esters acétate d'éthyle, de méthyle, de butyle ; Diméthyle sulfoxyde (DMSO).

L'exposition professionnelle aux solvants pétroliers et ou chlorés , est une des préoccupations majeures des préventeurs en santé au travail.



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

Les solvants selon leur nature, peuvent **causer plusieurs effets nuisibles chez l'homme** :

- ✓ Irritation de la peau, des yeux, des muqueuses ou des voies respiratoires,
- ✓ Toxicités hépatiques et rénales
- ✓ Cancers, reprotoxique

**Et d'un point de vue environnemental** : ils provoquent : une déplétion de la couche d'ozone (COV) , smog photochimique et réchauffement climatique.

- ❖ Le dichlorométhane (DCM ) est notamment utilisé comme dégraissant, ( graisses et huiles ); ex : tôles, freins et carburateurs automobiles ; décapage de façades/graffitis ; nettoyant pour outils ayant servi à l'application de résine

Différents solvants de remplacement ont été identifiés

- Le DMSO ( dimethylsulfoxyde ) est peu toxique , et possède un point d'éclair élevé (87C)
- Esters d'acides dicarboxyliques (DBE)

- Lactate d'éthyle
- Alcool isopropylique (isopropanol) : très inflammable point éclair 11,7c
- Acétate de propyle
- Carbonate de propylène
- Adipate di méthylique
- Glutarate di méthylique
- Succinate di méthylique

## Substitution du dichlorométhane ( DCM) rapport scientifique IRSST 03/2025

### Produits et Procédés de Substitution :

De nombreux procédés alternatifs sont disponibles et des produits/procédés nouveaux ont été mis au point, mais ils ne permettent pas toujours ,les mêmes performances que les solvants chlorés.

- **Pour le dégraissage et nettoyage des pièces** : produits lessiviels ou biologiques ; fontaine de dégraissage des pièces : système d'élimination des graisses agissant de préférence par voie bactériologique : supprimant l'utilisation des solvants chlorés toxiques (CMR), et inflammables.



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

Mesures de prévention des risques liés aux fontaines : consistent à porter des vêtements de travail et des gants couvrant la peau, protéger les plaies et porter des lunettes de protection oculaire.

A cela s'ajoute le respect des mesures d'hygiène, comme se laver les mains après avoir ôté ses gants et avant de porter ses mains à la bouche ou avant qu'elles ne touchent des objets portés à la bouche (crayons, nourriture, boisson, cigarettes...).

- Intervention sur garnitures de friction (freins) : fontaine mobile de nettoyage des freins ; équipée d'une pompe pneumatique, aspersion et pinceau à débit réglable ; pulvérisation d'eau additionnée de détergent, à défaut, nettoyage au chiffon ou au papier après application d'un nettoyant en spray pour freins ; dépoussiérage du poste avec un aspirateur à filtre absolu,



✓ **Produits Lessiviels :**

Mélanges complexes contenant des phosphates, silicates, hydroxydes, agents tensio-actifs en solution dans l'eau.

La formulation de ces produits est généralement adaptée à l'opération spécifique à réaliser ; les formulations des lessives sont de 3 types

- Lessives alcalines :  $\text{pH} > 9$  : principalement pour les métaux
- Lessives neutres :  $\text{pH}$  entre 7 et 9,
- Lessives acides :  $\text{pH} < 7$  ; surtout utilisées pour nettoyer des surfaces peu sales.

Les produits lessiviels sont utilisés pour nettoyage de surfaces à petite échelle, peuvent être mis en œuvre avec une fontaine de nettoyage.



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

✓ **Dégraissage Biologique :**

Mise en œuvre d'une solution dégraissante aqueuse, en application à froid, qui est régénérée en permanence **par l'intermédiaire de bactéries qui se nourrissent de graisses** ( seule l'utilisation d'agents biologiques de groupe 1 non susceptible de provoquer une maladie chez l'homme) est autorisée

Ces bactéries sont généralement situées sur un filtre.

Ce type de procédé n'émet aucun COV ; les seuls rejets sont de l'eau et du CO<sub>2</sub>, peu de déchets, du fait de la régénération en continu, si le changement des filtres est effectué régulièrement

Le bain de micro-organismes doit être maintenu dans une plage de température adaptée, pour que les bactéries restent en vie.

Ceci implique que le bain, soit maintenu à des températures de l'ordre de 30-35°C en permanence, le procédé consomme donc de l'énergie.

➤ **Fluides Dégraissage** : faiblement émetteur de COV

Des fournisseurs développent des produits de dégraissage avec des teneurs en solvant plus faible : ex : les gammes Biosane (dégraissage) ou Dexcel (nettoyage/ décapage)

- **Biosane Bio 3000 D®** : fluide de dégraissage développé pour remplacer les solvants hydrocarbures ou tous autres solvants d'origine pétrolière ; très faiblement émetteur de COV à température ambiante et non-inflammable (point éclair très élevé > 55°C garantit qu'aucune vapeur inflammable n'est libérée à température ambiante) ; peut être utilisé pour le dégraissage et le nettoyage des métaux ; ce produit est utilisable pour des applications à froid manuelles (chiffon) ; produit non irritant et non sensibilisant.
- **Dexcel Rev 85L ®** substitut aux formulations à base de dichlorométhane ( chlorure de méthylène pour décapage de peinture et résines )

➤ **Solvants Verts (Agro Solvants)** :

- Non CMR, non nocif, non irritant, non sensibilisant
- Non inflammable, faible taux d'évaporation
- Biodégradable et/ou non écotoxique
- Produits biosourcés provenant de ressources renouvelables



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

**Cependant un produit biosourcé n'a pas systématiquement un bon profil :**

Ex : D-limonène, obtenu de l'écorce d'orange, qui est *un sensibilisant cutané, inflammable et très toxique pour les organismes aquatiques.*

Les solvants de substitution d'origine végétale utilisés sont :

- ✓ Esters d'huiles végétales : **tournesol, colza, soja.**
- ✓ Céréales : **bio-éthanol, lactate d'éthyle, acétate d'isoamyle.**
- ✓ Oléagineux : **esters méthyliques, ester dibasique (DBE).**

- Pour le décapage de colle bitume amiantée sur dallage : solvant 100% végétal (*ester méthylique végétal*) en remplacement du procédé mécanique qui génère (poussières, bruit, vibrations)

- Les produits à base de solvant pour le traitement des bois seront remplacés par des produits en phase aqueuse.

- Les nettoyages *par cryogénie et ultrasons* seront privilégiés *pour les pièces mécaniques*, se substituant aux solvants, dangereux pour la santé et l'environnement.
- Utiliser des nettoyants de freins sans n-hexane, substitué par *du cyclohexane ou n-heptane*
- Éthers de glycol remplacé par du *propylène de glycol*
- Huiles de décoffrage sans solvant doivent être privilégiées : huiles 100% végétales sans solvant (à base de soja ou colza) ou huiles minérales de synthèse sans solvant hydrocarboné.

**En Savoir Plus :**

**Classification 2019 des agents de démoulage SYNAD**

**Vidéo SYNAD Huiles Démoulage 09/2016**

- Actuellement développement de banche avec dispositif **de décoffrage sans huile**.

Un boîtier électronique piloté par un smartphone placé sur la face extérieure de la banche diffuse un courant électrique, sur la peau coffrante, durant la prise du béton ; le bancheur renseigne la température, la qualité du béton, l'heure, le boîtier calculant le temps nécessaire pour la circulation du courant ; ainsi il n'y a plus de risque de contact et d'inhalation d'huile de décoffrage pour les opérateurs.



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

**En Savoir Plus :**

**Suppression ou substitution produits chimiques dangereux/INRS : mise à jour 01/2023.**

**Substituer des produits dangereux cancers professionnels : les difficultés E. Boilan FAR Belgique**

**Substitution des agents chimiques dangereux/ ED 6004 INRS 04/2018**

**Fiches d'aide au repérage (FAR) et fiches d'aide à la substitution (FAS) des cancérogènes INRS 12/2020**

**Dégraissage Choix des techniques et des produits ED 142 INRS 07/2016**

**Démarche substitution solvants en milieu de travail Solub IRST Montréal**

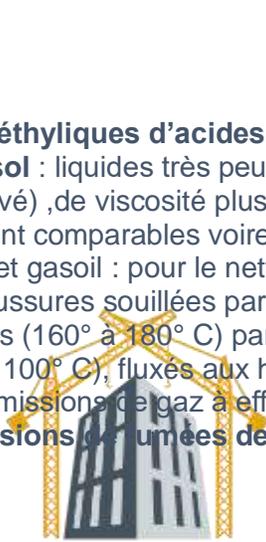
## Solvants usuels : principales incompatibilités CNRS 09/2021

### Carburants :

- Utilisation depuis 2011 pour les engins de chantier **de gazole non routier** (contenant 100 fois moins de soufre que le fuel domestique), permet d'améliorer la performance des filtres à particules.
- Pour les machines à moteur thermique 2 ou 4 temps, utiliser de préférence **des essences alkylates** (0,1% de benzène, contre 1% pour les essences ordinaires), ou des machines électriques

### Travaux routiers :

- ✓ Solvants végétaux (:**esters méthyliques d'acides gras (EMAG) d'huiles végétales de colza ++ ou huile de tournesol** : liquides très peu volatils, insolubles dans l'eau, , non inflammables ( point éclair élevé) ,de viscosité plus élevée que les solvants traditionnels, mais avec un pouvoir dissolvant comparables voire meilleur ;à la place des solvants pétroliers (xylène) ou du fioul et gasoil : pour le nettoyage des cuves à enrobés, des finisseurs, des outils, des chaussures souillées par le revêtement routier.
- ✓ Remplacer les enrobés chauds (160° à 180° C) par des enrobés tièdes (110° à 130°C) voire à basses calories (80° à 100° C), fluxés aux huiles végétales, afin de diminuer l'émission de fumées, et les émissions de gaz à effet de serre ;(**tous les 12° en moins, on diminue de 50% les émissions de fumées de bitume**).



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique



- ✓ Remplacer les asphaltes à 240° (réfection des trottoirs) par de l'asphalte basse température à 180°C pour réduire l'émission de fumées et les gaz à effet de serre
- ✓ Utilisation d'Enrobés Coulés à Froid : ECF (sans fluxant) comme couche de roulement, pour les chaussées à faible trafic.
- ✓ Enrobés sans bitume avec *liant d'origine végétale*, émulsion sans huile d'houille
- ✓ Dans dope ESU, remplacer les amines aromatiques par du Butyl propylène glycol

**En laboratoire Industrie Routière** : pour caractériser les agrégats d'enrobés issus de la déconstruction, et, contrôler leurs caractéristiques physicochimiques :

**La spectroscopie infrarouge permet de supprimer l'utilisation du perchloroéthylène (classé CMR)**, solvant dangereux pour la santé humaine et pour l'environnement,

**En Savoir Plus :**

**Fumées de bitume. 7 conseils pour améliorer la protection des travailleurs ED 6300 INRS 09/2018**

**Bitume ce qu'il faut retenir INRS mise à jour 10/2022**

**MétroPol Fumées de bitume M-2**

**Travaux revêtement routier : multiples risques à prendre en compte DO 19 INRS 12 /2017**

❖ **Nettoyage Ultra propreté :**

Remplacer biocide à base de formaldéhyde (CMR cat 1 CIRC) par de l'acide per acétique (produit corrosif et irritant) ; ou de l'hypochlorite de sodium (eau de javel, produit irritant), mais non cancérigène



❖ **Fumisterie Industrielle :**

## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

Fibres céramiques réfractaires (FCR) remplacées par des laines d'isolation haute température 1000 à 1250° C (fibres de verre aux oxydes ou fibres silicates alcalino terreux)

Privilégier les matériaux prêts à poser, prédécoupés et les produits collés sur support (*le vrac est à proscrire*) ; opérations de découpe à l'extérieur du chantier et à l'aide d'outils tranchants (ou à vitesse lente) avec aspiration intégrée ; déballage au dernier moment et au plus près ; nettoyage avec aspirateur à filtre absolu et collecte des déchets en conteneurs étanches (étiquetés si FCR) ; calfeutrement, travail à l'humide lors des opérations de retrait projection.

❖ **Utilisation Insecticides/Fongicides :**

- Préférer les **Pyréthroïdes de synthèse** (les moins toxiques pour l'homme) ; au contact de la peau, peuvent cependant provoquer des sensations de brûlures et d'engourdissements et des

réactions allergiques avec fourmillements intenses, et provoquer des dermatites, rhinites ou de l'asthme. Ces réactions sont potentialisées par l'adjuvant Piperonyl Butoxyde (PBO) utilisé pour prolonger l'efficacité du produit.

- **Eviter les carbamates et organophosphorés** : car présentent des risques d'intoxication chronique, résultant d'une exposition fréquente et prolongée (exposition directe et/ou indirecte) à des doses faibles, pouvant provoquer des troubles du système nerveux, des effets cancérogènes et mutagènes et des perturbations endocriniennes : les risques induits par l'exposition directe et/ou indirecte aux insecticides ont des effets marquants **sur la fréquence de certains cancers, les maladies neurodégénératives et le développement fœtal** ; les produits insecticides contiennent aussi souvent des adjuvants pour en améliorer l'efficacité qui peuvent également **provoquer des pathologies, notamment allergiques**

L'idéal : suppression des herbicides ; désherbage thermique avec un brûle-herbe, ou fauchage mécanique (aires et bordures autoroute).

### Modes opératoires mieux adaptés :

- Pulvérisation basse pression ou rouleau pour application d'huile de décoffrage.
- Captage fumées de soudure à l'arc :

**cf. chapitre Poussière/Gaz/Fumée/Vapeur/Nanomatériaux :**



## PREVENTION GAGNANTE BTP

### Performance Economique

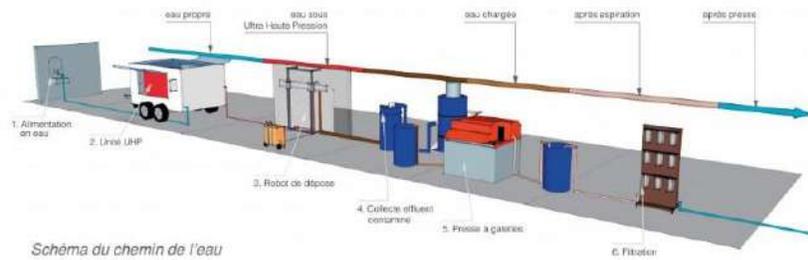
- Décapage thermique (DT) des peintures : en lieu et place du décapage chimique ; remplacer le décapage thermique avec chalumeau (DT) par le DT *au pistolet à air chaud*.



- Utilisation d'unité mobile de « projection de gravillons enrobés » pour les opérations de réparation de revêtements de voirie, au lieu du « point à temps manuel » : diminution du risque chimique par un mélange in situ instantané, évitant l'utilisation de fluxant inflammable et nocif pour l'opérateur).



## - Robotisation désamiantage :



Le désamiantage est réalisé par projection d'eau à très haute pression. Cette eau est ensuite récupérée et filtrée. Les effluents contaminés sont collectés dans des récupérateurs cycloniques pour être traités dans une presse filtreuse.

Les résidus sont compactés en galettes humides non émissives pouvant être transportées sans danger.

# PREVENTION GAGNANTE BTP

## Performance Economique

Les eaux issues de ce procédé, filtrées dans une unité de filtration absolue (1  $\mu\text{m}$ ), sont suffisamment propres pour retourner dans le cycle ou être rejetées dans le réseau des eaux usées.