

TECHNIQUE DE LA SERIGRAPHIE



SOMMAIRE

1. DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE SUR SUPPORT PAPIER ET APPLICATIONS	3
1.1 LA TECHNIQUE	3
1.2 APPLICATIONS.....	6
2. PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES UTILISES ET LEURS RISQUES ASSOCIES (EXPOSITION).....	10
2.1 PRODUITS CANCEROGENES MUTAGENES ET REPROTOXIQUES	10
2.1.1 Les agents CMR	10
2.1.2 Classement des produits.....	10
2.1.3 Distinguer un agent CMR.....	11
2.1.4 Les agents CMR dans le secteur de l'impression.....	11
2.2 AGENTS CHIMIQUES DANGEREUX.....	12
- Fixateur photo contenant de l'acide acétique (cas : 64-19-7) en faible pourcentage produit corrosif mais non pris en compte dans le produit fini pourcentage faible.....	13
- Révélateur contenant.....	13
➤ de l'hydroquinone (cas :123-31-9).....	13
➤ du diéthylène glycol (cas : 111-46-6) en faible pourcentage.....	13
➤ de la phénidone (cas : 92-43-3).....	13
➤ de l'acide éthylène diamine tétra acétique (cas : 62-02-8).....	13
- emploi de pâtes gélatine corrosive	13
3. EXEMPLE DE SUBSTITUTION.....	16
4. PREVENTION DES RISQUES CHIMIQUES	17
4.1 RISQUE INCENDIE ET EXPLOSION	17
4.2 RISQUE TOXIQUE (WWW.INRS.FR AGIR SUR LE RISQUE CHIMIQUE CANCEROGENE EN ENTREPRISE)	17
4.2.1 Suppression ou substitution	17
4.2.2 Autres actions de prévention.....	17
5. SUIVI MEDICO-PROFESSIONNEL.....	20
5.1 SUIVI POST-PROFESSIONNEL.....	20
5.2 DOSSIER MEDICAL.....	20

1. DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE SUR SUPPORT PAPIER ET APPLICATIONS

1.1 LA TECHNIQUE

La sérigraphie (du latin *sericum* la soie et du grec *graphein* l'écriture) est une technique d'impression offrant une palette de possibilités plus larges que les autres procédés. Elle fut élaborée par les Japonais pour imprimer les blasons sur les kimonos.

Elle permet d'imprimer des motifs de façon répétitive avec une déformation presque imperceptible sur de nombreuses matières telles que : papier, carton, bois, plastiques (PVS, polyéthylène, polypropylène, polystyrène, ABS...), métal, verre, textiles (coton, nylon, polyester...) et bien d'autres dans la mesure où l'encre spécifique existe pour la matière en question.

L'impression numérique jet d'encre tend à remplacer la sérigraphie dans certains secteurs (impression textile, par exemple) mais la sérigraphie reste reine dans certains domaines (grandes affiches, bâches...) où elle apporte la souplesse de son procédé, ses possibilités d'application sur tous les supports et dans toutes les dimensions. Elle est appréciée pour la beauté et la qualité de ses coloris, la tenue des couleurs.

La sérigraphie a pour avantage d'autoriser un fort dépôt d'encre qui garantit une couleur intense qui dure dans le temps (5 à 100 g/m² selon les propriétés de l'écran), mais elle ne permet pas l'impression de détails trop fins. Elle n'est pas aussi rapide que l'impression offset (ordre de grandeur de 1 à 30), elle n'est pas très précise pour le repérage (notamment par rapport à l'offset).

La sérigraphie est un procédé utilisé principalement dans le domaine des industries graphiques : la signalétique (panneaux routiers, tableaux de bord, autocollants...), la publicité (affiches, objets, totems...), le textile (tee-shirts, casquettes, maillots sportifs...), l'électronique (circuit imprimé) etc... Elle est aussi utilisée dans le domaine des arts visuels.

La sérigraphie consiste à reporter sur un support un motif dont le négatif est fixé sur un écran en tissu appelé tamis. Pour cela, il faut fabriquer une image négative sur un écran. La forme imprimante est constituée d'un tissu (poreux) de fibres synthétiques ou métalliques tendu sur un cadre. Les parties non imprimantes sont obturées par un photopolymère. Cette forme imprimante est appliquée contre le support d'impression et l'encre est versée sur la forme imprimante. L'impression est réalisée en faisant pénétrer l'encre avec une racle, à travers les parties non obturées de l'écran, de façon qu'elle se dépose sur le support à imprimer placé sous l'écran et que se crée ainsi l'image positive.

Si l'encre utilisée est une encre aqueuse, la substance d'obturation de l'écran doit être insoluble à l'eau, alors que, pour une encre à base de solvants, c'est l'inverse.

On se sert souvent de pochoirs en plastique, qui adhèrent à l'écran à l'aide de solvants. Depuis quelques années, des équipements permettent le transfert direct des données de l'ordinateur au pochoir.

Au niveau des consommables, l'utilisation de l'encre UV augmente.

Les étapes successives du procédé de sérigraphie :

- Préparation du motif en DAO par photocomposition
Cette phase comporte la mise en forme des différents motifs par DAO et la création du cliché sur un film transparent par prise photographique
- Préparation des écrans
C'est la forme imprimante du procédé d'impression sérigraphique. Il est constitué d'un tissu tendu et fixé sur un cadre. Le tissu vierge est uniformément poreux. Il doit être préparé pour que l'impression d'un motif soit possible, c'est le clichage.

La maille de l'écran déterminera la quantité d'encre déposée. Elle est exprimée en nombre de fils au cm : 90, 120, 150, 180, ... Plus le nombre de fils est élevé, moins le dépôt est important et plus la finesse est élevée. On utilisera des mailles élevées pour imprimer des détails, des textes fins, ...

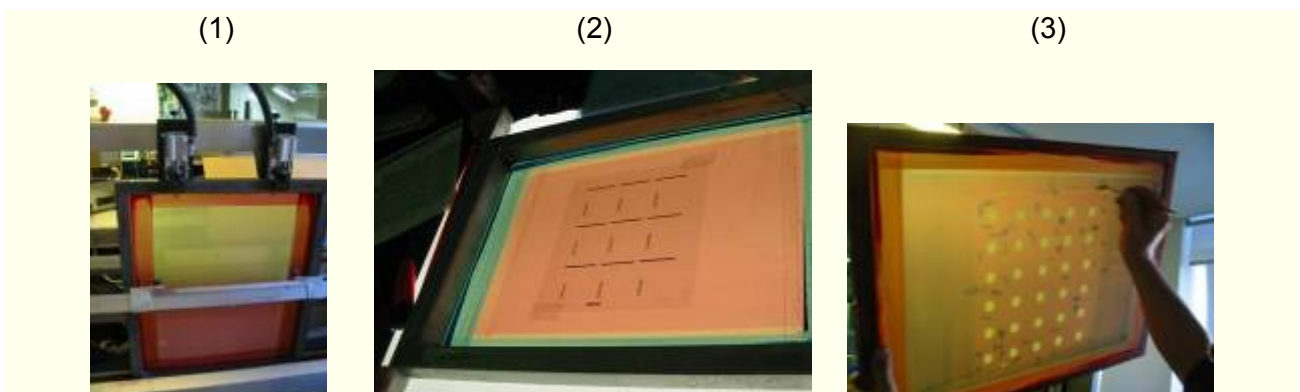
Moins le nombre de fils est élevé (maille 90 par exemple) et plus le dépôt sera important. On utilisera des mailles faibles dans le cas d'impressions d'aplats, lorsqu'on souhaite une opacité importante.



Ecran de sérigraphie à plat, l'opérateur contrôle la tension de la soie avec un tensiomètre.

Clichage : préparation de l'écran

Le tissu vierge est dans un premier temps entièrement bouché avec une émulsion photosensible, c'est l'**enduction**. L'émulsion peut être pâteuse, elle peut aussi se présenter sous la forme d'un rouleau capillaire (sorte de calque). Suit une phase de séchage d'environ 30 minutes.



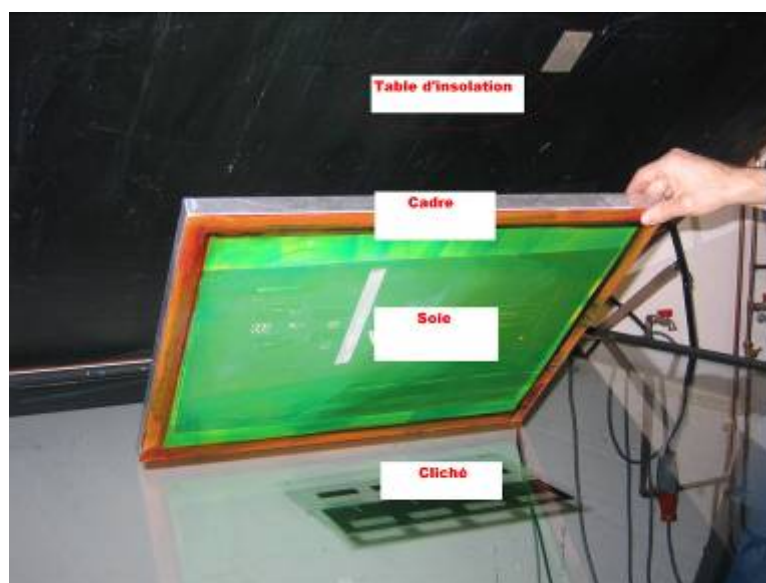
Le film de sérigraphie positif est posé sur l'écran et fixé avec du scotch double face.
La superposition « film et écran enduit » est insolée (2)

Une fois sèche, une émulsion photosensible durcit lorsqu'elle est exposée à un rayonnement ultraviolet, c'est l'**insolation**.

L'émulsion exposée aux ultraviolets (lampe à 3000W pendant environ 3 minutes) durcit, elle bouche le tissu et l'encre ne passe plus.

L'émulsion protégée des ultraviolets ne durcit pas, on l'enlève avec de l'eau, elle ne bouche pas le tissu et l'encre passera.

Cette technique, si une grande précision est demandée, peut exiger des retouches minutieuses pour enlever les défauts dus à de la poussière qui s'est déposée sur les vitres de l'insoleuse.



Les couleurs du motif à imprimer sont donc séparées sur des films transparents et représentées en noir opaque ou en rouge inactinique (qui bloque les rayons ultraviolets). Il y a un film distinct pour chaque couleur du motif à reproduire. Ce film (aussi appelé cliché ou typon) est positionné sur l'écran enduit durant l'insolation et permet de bloquer les rayons ultraviolets là où on souhaite que l'encre puisse traverser les mailles du tissu.

Lorsque l'insolation est terminée, l'écran est rincé avec de l'eau. L'émulsion non durcie est chassée du tissu, c'est le **dépouillement**.

Après retouche et correction des éventuels petits défauts, l'écran est prêt pour le **tirage**.

Suit une nouvelle période de **séchage**. Les bords inutilisés de l'écran peuvent être obturés avec un « bouche-pore ».

- Préparation des encres
Le préparateur d'encre mélange l'encre, le retardateur, le diluant.
Cette activité comporte deux phases :
 - la mise au point de la teinte
 - l'ajustement de la viscosité au moyen de solvants. En machine se font encore des ajustements de viscosité

Produits manipulés :

- toutes les encres
- les différents solvants, l'acétate d'éthyle

- Le séchage
Le séchage peut se faire :

- à température ambiante avec évaporation lente des solvants sur des chariots à claies
 - à chaud dans les tunnels de séchage avec un système de soufflage et brassage d'air, ou par rayonnement infrarouge
 - en cas d'utilisation d'encre polymérisables par rayonnement UV, les supports imprimés passent dans une zone capotée les exposants à un rayonnement UV. La polymérisation est quasi immédiate.
- Le dégravage des écrans

Les écrans se nettoient pour être réutilisés. À l'aide de produits chimiques (à base de soude caustique, acide citrique, par exemple) le sérigraphe ramollit l'émulsion qui résistait à l'eau et la chasse du tissu avec un nettoyeur haute pression. Lorsque l'écran est propre, il peut être réutilisé pour un autre travail. Lorsque des petites traces d'encre ou d'émulsion subsistent dans le tissu après le dégravage, on parle d'une *image fantôme*. Si on effectue un travail en utilisant un écran qui a une image fantôme, on s'expose à la réminiscence de l'ancien motif dans le nouveau motif imprimé ! Donc, lorsque le sérigraphe constate une image fantôme, il réalise un traitement spécifique pour l'éliminer, produit à base de solvants et tensio-actifs, notamment.



(1)

Les écrans dans certaines techniques sont lavés à l'acétate d'éthyle (1) puis dégravés en machine et réencollés lors de l'opération d'enduction en vue d'une nouvelle utilisation.

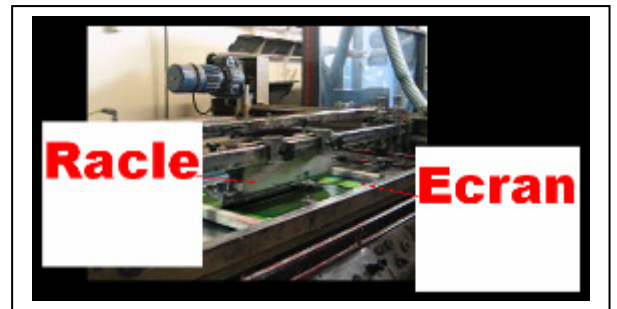
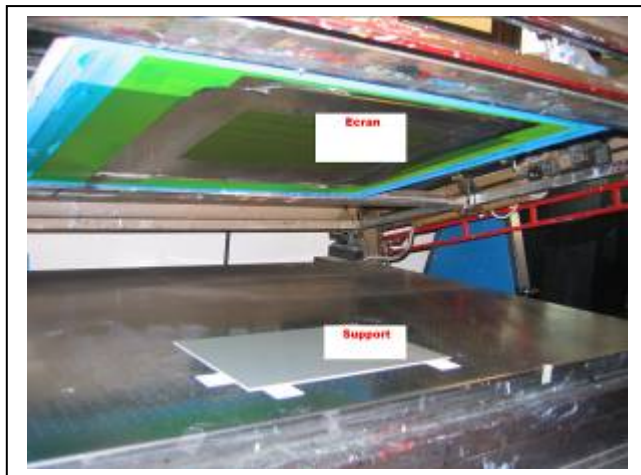
1.2 APPLICATIONS

- L'impression sérigraphique

Deux grands domaines se distinguent, la sérigraphie industrielle à plat et la sérigraphie textile.

➤ Sérigraphie industrielle à plat

Le sérigraphe met en repérage l'écran et la matière à imprimer de manière à positionner l'impression à l'endroit souhaité. Il doit faire preuve d'anticipation car les couleurs sont généralement imprimées les unes à la suite des autres avec des séchages intermédiaires. Le support à imprimer (de forme rectangulaire le plus souvent) est maintenu en place contre trois taquets (cales pour positionner les supports toujours au même endroit) sur une table aspirante.



Différents types
de machines de sérigraphie à plat



(1)



Une fois l'écran fixé dans la machine d'impression, l'encre est déposée sur le tissu de l'écran par la racle. Cette racle possède un côté en plastique souple (polyuréthane par exemple) permettant d'appliquer l'encre sur le support au travers des mailles ouvertes du tissu de l'écran. Le sérigraphe ou la machine exerce une pression sur la contre-racle accompagnée d'un déplacement pour parcourir l'intégralité du motif, c'est le raclage (ou tirage). L'opération est réalisée autant de fois qu'il y a de supports et de couleurs à imprimer.

Remarque : il existe aujourd'hui des machines très performantes qui permettent l'impression de toutes les couleurs en une seule fois. Ces machines sont en fait des assemblages de machines traditionnelles monochromes et des systèmes automatisés assurent la circulation et le repérage des supports à imprimer.

➤ Sérigraphie sur rotatives

Pour fabriquer les écrans de sérigraphie pour rotative, on part d'un « screeny » qui est une toile métallique recouverte d'une couche photosensible(1). Cette toile est découpée et percée au format du film (2)

(1) (2) (3) (4) (5) (6)



Les films (ou clichés) produits (un film par couleur) par le service pré presse contiennent des informations en noir opaque ou en rouge inactinique (qui bloque les rayons ultraviolets).

Ce film est superposé au screenny et permet lors de l'insolation de bloquer les rayons ultraviolets là où on souhaite que l'encre puisse traverser les mailles du screenny.

Puis le screenny insolé passe à la développeuse, les éléments autour du texte ou de l'image durcissent tandis que le texte ou l'image s'efface au lavage permettant d'obtenir une image en négatif.

Avec cet écran on va créer un cylindre pour faire de la sérigraphie rotative (3). Une soudeuse permet de faire la jonction des deux bords de l'écran avec l'aide d'un fil nylon chauffé qui fond et assure la jonction, un produit bouche les pores (4).

L'écran est ensuite monté sur des flasques (5) et (6). Le collage de l'écran sur les flasques se fait avec de la colle et un activateur. L'écran est prêt à aller en production.

(7) (8) (9)



L'encre est amenée vers la tête de sérigraphie rotative (7) par un tuyau plongeant dans le pot d'encre (8).

La racle rentre dans l'écran (9) et l'encre passe à travers les parties plus mates de la photo qui correspondent aux parties insolées qui ont été enlevées (10)

(10)



➤ Techniques annexes

Techniques de vernissage qui protègent l'impression et donnent un aspect brillant au produit (11).

Technique d'impression à chaud qui permet d'appliquer des éléments en doré ou en argent brillant ou mat. Cette technique augmente la tension de surface de la matière qui façonne et accroche de l'encre par décharges électriques (12).

Technique de pelliculage qui comme le vernissage embellit et protège le produit.

Finition

Il s'agit de mettre une couche de laque ou de vernis sur le support imprimé.

(11)



(12)



➤ Sérigraphie sur alu

Il existe des plaques alu à pores ouverts (c'est-à-dire réceptif à l'encre). Après l'impression, il faut **colmater ces pores**. Pour ce faire, le sérigraphe utilise de l'eau et des sels de colmatage qui permettent ainsi de fixer l'encre.

➤ Sérigraphie textile

Le textile n'est pas une matière rigide mais souple. Il n'est par conséquent pas possible d'imprimer la première couleur, de retirer le textile, de sécher l'encre puis de repositionner le textile au même endroit sans déformation pour imprimer la couleur suivante. Dans le domaine textile, le sérigraphe est obligé d'imprimer toutes les couleurs en une seule fois, c'est-à-dire sans déplacer le support à imprimer. On utilise alors un carrousel sur lequel on fixe tous les écrans. Le textile étant souvent un tee-shirt, il est enfilé sur une jeannette (gabarit en bois qui représente un buste plat) sur laquelle on a préalablement vaporisé de la colle. L'impression se réalise en suivant le même processus que pour la sérigraphie industrielle à plat.

Remarque

La gestion du repérage des couleurs entre elles est plus complexe dans le domaine textile car on repère les couleurs à *la volée* et non pas les unes après les autres.

2. PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES UTILISES ET LEURS RISQUES ASSOCIES (EXPOSITION)

2.1 PRODUITS CANCEROGENES MUTAGENES ET REPROTOXIQUES

2.1.1 LES AGENTS CMR

Les **agents 'CMR'** sont les substances chimiques présentant un effet **C**ancérogène, **M**utagène ou toxique pour la **R**eproduction.

Substance cancérogène :

Substance qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut produire le cancer ou en augmenter la fréquence.

Substance mutagène :

Substance qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut produire des altérations génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence.

Substance toxique pour la reproduction :

Substance qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut :

- porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives
- produire ou augmenter la fréquence de faits indésirables non héréditaires sur la progéniture.

2.1.2 CLASSEMENT DES PRODUITS

Ces **produits sont répertoriés selon une réglementation de l'Union Européenne** qui définit pour chaque classement (Cancérogène, Mutagène ou toxique pour la Reproduction) **3 catégories** en fonction des critères suivants :

Catégorie 1

On dispose de suffisamment d'éléments pour établir une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à la substance et l'effet "CMR" observé.

Catégorie 2

On dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption que l'exposition de l'homme à cette substance peut provoquer l'effet "CMR".

Cette présomption se fonde sur :







- des études toxicologiques appropriées sur l'animal.
- d'autre informations appropriées.

Catégorie 3

Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets "CMR" possibles. Des études appropriées ont fourni des éléments mais ils sont insuffisants pour classer la substance dans la catégorie 2 (preuves insuffisantes).

2.1.3 DISTINGUER UN AGENT CMR

Il est possible de savoir si un produit est classé "CMR" en **lisant son étiquette ou sa fiche de données de sécurité**. Si vous trouvez le symbole ainsi que les phrases de risques indiquées dans le tableau ci-dessous, vous êtes en présence d'un agent CMR.

Classement	Catégorie	Symbole	Phrases de risque (1)	
Cancérogène	Cat. 1 et 2		R45 : Peut causer le cancer R49 : Peut causer le cancer par inhalation	
	Cat. 3		R40 : Effet cancérogène suspecté - preuves insuffisantes	
Mutagène	Cat. 1 et 2		R46 : Peut causer des altérations génétiques héréditaires	
	Cat. 3		R68 : Possibilité d'effets irréversibles	
Toxique pour la reproduction	Cat. 1 et 2		R60 : Peut altérer la fertilité	R61 : Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
	Cat. 3		R62 : Risque possible d'altération de la fertilité	R63 : Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant

(1) Certaines de ces phrases existent également sous forme de combinaisons de phrases R.

2.1.4 LES AGENTS CMR DANS LE SECTEUR DE L'IMPRESSIION

Le **CEPE** (Conseil Européen de l'Industrie des Peintures, des Encres d'Imprimerie et des Couleurs d'Art), regroupant des membres de ces différents secteurs, **a élaboré une "Liste d'exclusion"** de matières premières qui ne devraient plus être employées dans les encres et produits annexes. Cette liste exclue les produits **cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégorie 1 ou 2** (étiquetés T avec les risques R45, R46, R49, R60, R61) ainsi que les produits toxiques et très toxiques (étiquetés T et T+, avec les risques R23, R24, R25, R26, R27, R28, R39, R48).

Par ailleurs **sont écartés également les colorants et pigments composés d'antimoine, d'arsenic, de cadmium, de chrome (VI), de plomb, de mercure, de sélénium.**

Cette liste est consultable sur le site www.cepe.org

Cependant, les produits CMR que nous avons recensés en sérigraphie durant cette étude sont :

Pigments de chromates de plomb

- N° CAS 1344-37-2
- Cancérogène de classe 3 et reprotoxique
- Entraient à 25 % dans la composition des encres de sérigraphie R 33-40-61-62-51/53

Acétate de 2 éthoxyéthyle

- N° CAS 111-15-9
- Reprotoxique de catégorie 2
- Ether de glycol contenu dans des diluants

1PropylèneGlycol2MéthylEther

- N° CAS 1589-47-5
- Reprotoxique de catégorie 2
- encres à l'eau

N Vinyl pyrrolidone ou NVP

- N° CAS 88-12-0
- Cancérogène de classe 3
- Produits diluants pour encres sérigraphiques UV lors de la préparation des mélanges d'encres ou directement sur les machines
- Vernis UV sérigraphiques
- Nettoyants pour encres sérigraphiques UV

Hydroquinone

- N° CAS 123-31-9
- Cancérogène de classe 3
- Utilisé dans les révélateurs de clichés lors des opérations de fabrication de ces clichés dans le secteur de pré presse.
Ce produit est manipulé couramment dans le secteur de la photographie en pré presse, il est utilisé en faible quantité et principalement en vase clos, sauf lors des opérations de chargements ou de vidange de la flacheuse.

Toluène

- N° CAS 108-88-3
- cancérogène classe 3, risque possible pour la grossesse
- Ce produit était utilisé comme solvant d'encres sérigraphiques

3,5,5-triméthylcyclohex-2-enone

- N° CAS 78-59-1
- cancérogène 3
- Ce produit était utilisé comme solvant d'encres sérigraphiques

2.2 AGENTS CHIMIQUES DANGEREUX

2.2.1 UTILISATIONS

a) Lors de la préparation de clichés

Produits contact :

- Fixateur photo contenant de l'acide acétique (N° CAS 64-19-7) en faible pourcentage produit corrosif mais non pris en compte dans le produit fini pourcentage faible.
- Révélateur contenant
 - de l'hydroquinone (N° CAS 123-31-9)
 - du diéthylène glycol (N° CAS 111-46-6) en faible pourcentage
 - de la phénidone (N° CAS 92-43-3)
 - de l'acide éthylène diamine tétra acétique (N° CAS 62-02-8)

b) Lors de la préparation des écrans

- pâtes gélatine corrosive
 - (N° CAS 8002-05-9) distillats de pétroles
 - (N° CAS 7664-93-9) acide sulfurique
- Produit pour corriger les défauts contenant du méthanol (N° CAS 67-56-1)
- des solvants : acétone (N° CAS 67-64-1), acétate d'éthyle (N° CAS 141-78-6), alcools

Lors de la préparation de clichés sérigraphiques rotatifs

- Différentes colles contenant :
 - acétone (N° CAS 67-64-1)
 - Naphta léger (N° CAS 64742-49-0)
- Produits corrosifs (produits d'enduction)
- Produits irritants
 - Produits d'enduction
 - Colles
 - Solvants (acétate d'éthyle N° CAS 141-78-6)
- Produits inflammables tous les solvants, les colles

c) Lors de la préparation des encres

Le sérigraphe mélange encres, retardateurs, diluants :

Les encres sont composées :

- de liants résines naturelles synthétiques
- des solvants et diluants
- de pigments
- de charges et adjuvants (poudre d'aluminium...)

Les encres contiennent différentes substances volatiles qui sont émises lors des phases d'impression. On retrouve le même type de produits dans les diluants que l'on rajoute ou lors de la préparation des encres ou sur machines pour ajuster la viscosité.

- Encres
 - À solvants :
 - Solvants naphta aromatiques lourds/légers
 - Ethylbenzène (CIRC 2B – N° CAS 100-41-4)
 - Xylène
 - Cyclohexanone (CIRC 3 – N° CAS 108-94-1)
 - Chromate de plomb (reprotoxique 1, cancérogène 2, CIRC 2A)

- 3,5,5-triméthylcyclohex-2-enone (cancérogène 3 – N° CAS 78-59-1)
- UV : peut dégager de l’ozone lors de la polymérisation sous UV
- À l’eau :
 - Éthers de glycol, notamment le 1PG2ME (reprotoxique 2 – N° CAS 1589-47-5)
- Additifs
 - Antistatiques : alcool (propanol)
 - Retardateurs : solvants organiques, glycolate de butyle, éthers de glycol
- Diluant
 - Alcool (éthanol)
 - 1-Méthoxy-2-propanol

Cas de l’impression sur support plastique

- différents types d’encre sont utilisables
 - encres cellulosiques
 - encres vinyliques ou acryliques
 - encres UV (acrylates)
- les solvants et les additifs particuliers sont :
 - pour les encres cellulosiques, vinyliques ou acryliques :
 - des hydrocarbures benzéniques (hydrocarbures aromatiques N° CAS 64742-94-6...)
 - des cétones (cyclohexanone N° CAS 108-94-1...)
 - **pour les encres UV**
 - monomères acryliques polyfonctionnels (Tripropylène glycol diacrylate N° CAS 42978-66-5, hexanediol diacrylate N° CAS 130048-33-4.....)
 - photoinitiateurs : Benzildiméthylkétal N° CAS 24650-42-8
 - N-VinylPyrrolidone

d) Lors du nettoyage des écrans

Le sérigraphe peut avoir besoin d’enlever de l’encre et utilise des solvants :

- Naphta aromatiques
- Mésitylène
- Triméthylbenzène
- Propylbenzène
- Ethers de glycol

e) Lors de la finition

laque/vernis

f) Lors du dégravage

On utilise des produits :

- à base de soude caustique, de métasilicate de sodium
- à base d’acide citrique

g) Image fantôme

S’il persiste une image fantôme, le sérigraphe utilise des produits à base de

- cétones
- cyclohexanone (CIRC 3 – CAS N° 108-94-1)
- hydrocarbures aromatiques
- tensio-actifs

2.2.2 DIFFERENTES FAMILLES CHIMIQUES SONT CONCERNEES

- **hydrocarbures aromatiques** (toluènes, xylènes, ...). Ces produits ont souvent disparu des listings en quelques années (changement de techniques). On retrouve néanmoins :
 - des hydrocarbures aromatiques non spécifiés N° CAS 64742-94-6 dans une poudre d'aluminium utilisée dans les encres sérigraphiques R10-51/53-65
 - Solvants naphta aromatiques lourds/légers
 - Ethylbenzène (CIRC 2B – N° CAS 100-41-4)
 - Xylène
 - Cyclohexanone (CIRC 3 – N° CAS 108-94-1)
 - Chromate de plomb (reprotoxique 1, cancérrogène 2, CIRC 2A)
 - 3,5,5-trimethylcyclohex-2-enone (cancérrogène 3 – N° CAS 78-59-1)

- **Hydrocarbure aliphatique**

- Butane 106-97-8 dans un produit nettoyant R12

- **éthers de glycol :**

- acétate d'éthylglycol comme vu plus haut dans un diluant CMR, reprotoxique
- diéthylène glycol cas 111-46-6 dans un révélateur photographique.
- Acétate d'éthoxy propanol 54839-24-6 R10 F dans les encres de sérigraphie
- 2 Butoxyéthanol 111-76-2 R20/21/22 R36/38 Xn, nocif à l'ingestion inhalation,
- 1PG2ME (2méthoxy1propanol) N° CAS 1589-47-5 dans des encres à l'eau

Toxicité des éthers de glycol : en dehors de la toxicité spécifique de certains produits : volatilité faible peu de pénétration respiratoire, voie de pénétration principale cutané.

- **éthers autres**

- Méthylal ou diméthoxyméthane N° CAS 109-87-5 R11 inflammable

L'exposition par inhalation à de fortes doses agit sur le système nerveux central, entraînant notamment des états de somnolence, des sensations d'ébriété et des maux de tête. Des expositions plus faibles mais prolongées peuvent altérer la mémoire et certaines capacités psychiques (troubles de la conscience, vertiges...) ou provoquer des nausées et des vomissements. Ils sont, pour la plupart, irritants pour la peau et les voies respiratoires. Le méthylal est un anesthésique.

- **les cétones**

- méthyléthylcétone ou butanone N° CAS 78-93-3 encre de finition R10-20/21/22
- acétone N° CAS 67-84-1 R11-36-66/67 irritant,
- cyclohexanone N° CAS 108-94-1 R20 nocif par inhalation, irritant cutané.

Toxicité des cétones : action irritative des vapeurs sur la peau et les muqueuses, effets narcotiques par inhalation.

- **les alcools :**

- propanol ou propane 2 ol N° CAS 67-63-0 R11-36/37 Xi F
- alcool éthylique N° CAS 64-17-5 R11
- alcool méthylique ou méthanol N° CAS 67-56-1 R 23/24/25-39
- alcool isopropylique N° CAS 67-63-0 R 36-67

- **les esters**

- l'acétate d'éthyle N° CAS 141-78-6
Solvant utilisé dans la préparation de vernis d'encres de diluants
Responsable de syndromes ébrieux du aux solvants l'inhalation provoque vertiges et somnolence R67
Risque de sécheresse cutanée R66, irritant des yeux R36
Pas de notion de toxicité cumulative
Produit inflammable R11

- l'acétate d'isopropyle N° CAS 108-21-4 R 36-66-67
- N butyl ester N° CAS 7397-62-8 R41

Les esters donnent des vapeurs irritantes sur les muqueuses respiratoires et oculaires. A forte concentration il y a un effet narcotique.

• Les encres UV

- **Ozone**
 - Les rayonnements UV utilisés pour l'insolation des écrans et le séchage des encres provoque la formation d'ozone
 - Gaz particulièrement irritant pour le système respiratoire.
- **La N vinyl pyrrolidone NVP**
 - Cas N° 88-12-0
 - Cancérogène C3
 - Constituant des encres UV
 - Irritante et nocive par inhalation
- **Le N vinyl caprolactame NVC**
 - N° Cas 2235-00-9
 - Proposé en remplacement de la NVP dans les encres de sérigraphie
 - Nocif par inhalation (effets hépatotoxiques)
 - Irritant des voies respiratoires et de la peau
 - Il faut lui accorder une attention particulière

Un des risques principaux est le risque d'incendie explosion.

L'utilisation massive des produits solvantés pose la question du risque incendie explosion. Une bonne ventilation permettra de maintenir une concentration la plus faible possible de polluants dans l'atmosphère.
Installations électriques conformes (évaluation du risque ATEX).

3. EXEMPLE DE SUBSTITUTION

Les encres réactives aux UV peuvent remplacer les encres à solvants. Un des avantages est la réduction de la fréquence de nettoyage car elles ne sèchent pas d'emblée sur la presse, diminuant ainsi le besoin d'utiliser des solvants de nettoyage.

Les encres en phase aqueuse sont plus facilement utilisables sur des substrats poreux comme le papier et le carton. Leur utilisation sur des substrats non poreux comme les plastiques est plus problématique. La toxicité des encres en phase aqueuse dépend largement de la nature et de la quantité des solvants qu'on y retrouve. Les éthers de glycol dérivés du propylène glycol doivent être privilégiés par rapport à ceux dérivés de l'éthylène glycol.

Les chromates de plomb dans les encres de sérigraphie ont pu être substitués par des pigments

Toluène

Substitué par des produits contenant :

- du vinyl caprolactam CAS 2235-00-9
- du cyclohexanol CAS 108-93-0
- du cyclohexanone CAS 108-94-1

- alcool benzylique CAS 100-51-6
- du glycolate de N butyle CAS 7397-62-8

NVP

substituée par des produits contenant du vinyl caprolactam CAS 2235-00-9 qui est un produit nocif.

4. PREVENTION DES RISQUES CHIMIQUES

4.1 RISQUE INCENDIE ET EXPLOSION

L'évaluation du risque incendie est primordiale dans les entreprises du secteur de l'impression. En effet, ces structures utilisent beaucoup de substances inflammables. Des mesures de prévention simples permettent de diminuer les risques :

Le respect de l'interdiction de fumer dans l'entreprise ;

L'Etablissement d'un plan d'évacuation du personnel en cas d'incendie (procédure d'alerte, exercices d'évacuation,...)

L'éloignement de toute source de chaleur potentielle y compris pendant d'éventuels travaux (permis de feu...);

L'étude des emplacements à risques d'explosion peut être utile (matériel de type ATEX pour zone 0, 1 ou 2);

La mise en place d'un stockage étudié des produits (ventilation du local, emplacement, rétention, incompatibilités possibles, systèmes électriques présents...). Il ne doit rester au poste de travail qu'une quantité nécessaire à 2 – 3 jours maximums ;

Remplacer les produits les plus volatiles et les plus inflammables par des produits ayant des points d'éclair élevés ;

Veiller à ce que les contenants soient refermés après usage, que des chiffons imbibés ainsi que les pots vides ne soient pas à l'air libre ;

La mise à disposition d'extincteurs en nombre suffisant, adaptés au feu pouvant se déclarer. Ces appareils de lutte contre l'incendie doivent être vérifiés par un organisme agréé. En outre, le personnel doit être formé à leur utilisation. Une détection automatique peut également être un plus non négligeable.

Bien vérifier les différentes mises à la terre existantes afin d'éviter l'apparition d'électricité statique.

4.2 RISQUE TOXIQUE (WWW.INRS.FR AGIR SUR LE RISQUE CHIMIQUE CANCEROGENE EN ENTREPRISE)

4.2.1 SUPPRESSION OU SUBSTITUTION

Lorsqu'un risque d'exposition à un agent cancérigène a été mis en évidence lors de l'évaluation des risques, il est obligatoire de supprimer ou de substituer cet agent ou l'opération qui le génère ou le met en œuvre, chaque fois que c'est techniquement possible

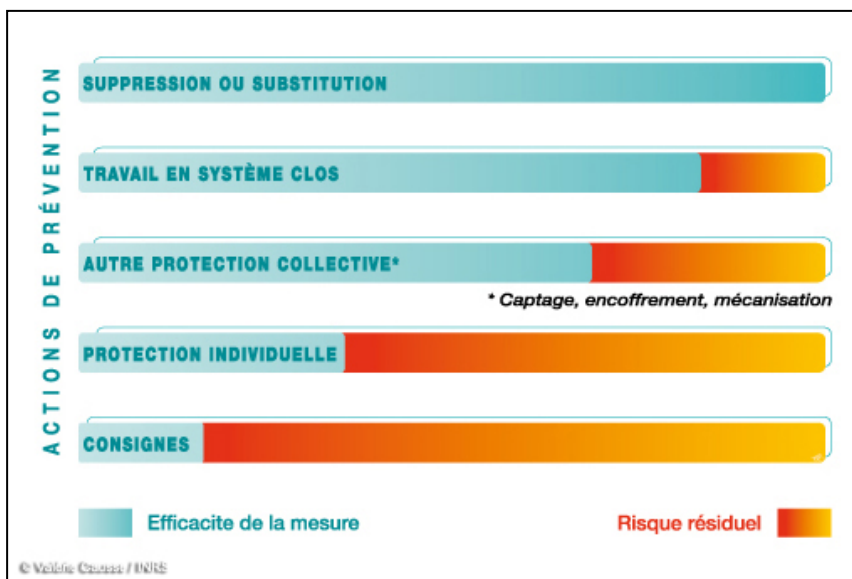
4.2.2 AUTRES ACTIONS DE PREVENTION

Lorsque l'état des connaissances ne permet ni la suppression ni la substitution, il faut envisager d'autres mesures de prévention destinées à réduire autant que possible les expositions au risque cancérigène :

travail en système clos, mise en place d'autres mesures de protection collective (captage à la source, encoffrement, mécanisation de certaines opérations), et lorsque toutes les autres mesures d'élimination ou de réduction des risques s'avèrent insuffisantes ou impossibles à mettre en œuvre, port d'équipements de protection individuelle.

Toutes les actions conduites doivent être accompagnées de mesures organisationnelles ainsi que d'une formation et d'une sensibilisation du personnel exposé au risque.

Ces différentes mesures de prévention ont des efficacités différentes. La suppression et la substitution évoquées plus haut sont les plus efficaces. Ensuite, vient le travail en vase clos (ou système clos), puis les autres mesures de protection collective, les équipements de protection individuelle. La mesure la moins efficace est la mise en place de consignes portant sur un comportement à adopter ou des règles d'hygiène à suivre (éviter de respirer les vapeurs, ne pas fumer, ne pas manger, se doucher...).



Efficacité comparée des actions de prévention du risque cancérogène

a) *Système clos*

Un système clos (ou travail en vase clos) est un système autorisant le confinement maximal des substances utilisées. Ainsi, tout contact entre les opérateurs et les produits concernés peut être évité. Le système peut être défini comme clos lorsque toutes les opérations du procédé respectent ce confinement total : transfert / transport des produits, production, purification, nettoyage et entretien, échantillonnage, analyse, épuration / élimination des déchets, stockage... Concrètement, cela peut donc se traduire notamment par une mécanisation du procédé, une adaptation ou automatisation de certaines tâches : transfert de produits par voie mécanique ou pneumatique, prise d'échantillon mécanisée, lavage des cuves sans ouverture... Il faut être particulièrement vigilant pour tout ce qui concerne les opérations de maintenance de tels systèmes (au cours desquelles ils peuvent être ouverts et donner lieu à des expositions).

b) *Captage à la source*

Le captage à la source est une mesure qui consiste à canaliser le flux de polluants émis vers une installation de ventilation et d'élimination, évitant ainsi sa diffusion dans l'atmosphère du local de travail. Cette aspiration doit se faire au plus près du point d'émission, ceci afin de maximiser l'efficacité du système et de minimiser les débits nécessaires. Elle doit se faire en utilisant les mouvements naturels des polluants, avec des vitesses d'air suffisantes et bien réparties, sans courant d'air parasite et avec une entrée d'air de compensation.

c) Encoffrement

L'encoffrement consiste à mettre en place des barrières physiques (cloisons, parois, capotage...) qui empêchent le polluant mis en cause de se propager dans l'atmosphère. Il peut s'agir d'un encoffrement total (boîte à gants, sorbonne...), avec ponctuellement une ouverture possible pour une intervention à l'intérieur de l'enceinte. Il peut également s'agir d'un encoffrement partiel (simple paroi...) limitant l'émission et autorisant des vitesses d'air de captage plus faible. L'encoffrement est toujours couplé à un système de captage : il en augmente l'efficacité.

d) Mécanisation

La mécanisation ou l'automatisation de certaines tâches sont des mesures qui permettent la réalisation d'opérations en enceinte totalement fermée et hors de toute présence humaine. En effet, certaines opérations, non mécanisées, peuvent conduire à des expositions importantes (ensachage, ouverture de sacs, chargement de réacteurs, pulvérisation de solvants...).

e) Protection individuelle

La protection individuelle ne peut être envisagée que lorsque toutes les autres mesures d'élimination ou de réduction des risques s'avèrent insuffisantes ou impossibles à mettre en oeuvre. La mise en place de protections collectives est toujours préférable. Mais, dans certaines circonstances comme certaines opérations d'entretien, de maintenance ou d'interventions d'urgence dans des systèmes clos ou des zones confinées, c'est parfois la seule mesure de prévention possible.

Les équipements de protection individuelle (comme les lunettes, les appareils de protection respiratoire, les gants ou les vêtements de protection utilisés pour la prévention du risque chimique) sont à l'origine de gêne ou d'inconfort lorsqu'ils doivent être portés pendant de longues périodes : poids, chaleur, pression excessive sur une partie du corps, gêne auditive ou visuelle, perte de dextérité... Afin de faciliter le port et l'acceptation de l'EPI, et d'améliorer son efficacité, il est important de ne pas négliger les points suivants :

- choisir un EPI adapté à la nature du risque, aux caractéristiques du salarié (morphologie notamment) et des tâches à réaliser (pénibilité, durée...),
- adapter les rythmes de travail pour prendre en compte les contraintes générées par le port d'EPI.

f) Formation et sensibilisation du personnel

La formation et l'information des travailleurs est une des obligations prioritaires de l'employeur en matière de prévention du risque cancérigène. Elle informe de façon « utile » et concrète, en langage simple, et permet au salarié de ne plus ignorer le risque mais d'agir en conséquence et en connaissance. En faisant connaître l'existence du risque, c'est l'occasion de rappeler ce qui est opérationnel en matière de prévention du risque cancérigène, aussi bien au niveau technique qu'organisationnel. Les salariés peuvent ainsi percevoir le bien fondé des mesures de prévention et d'une surveillance médicale, et l'intérêt du suivi post-professionnel. Pour élaborer des actions de formation ou de sensibilisation, quelques aspects fondamentaux sont à prendre en compte :

- Adaptation à la réalité de l'entreprise, aux conditions de travail, aux différents postes de travail concernés par un tel risque, et enfin aux agents cancérigènes susceptibles d'être rencontrés dans l'environnement professionnel,
- Implication du médecin du travail, des chargés de sécurité et/ou des représentants du personnel au CHSCT,
- Ciblage à des groupes exposés à un risque identique,
- Participation et expression des salariés, pour une meilleure appropriation du message prévention et pour adapter, si nécessaire, les mesures de prévention déjà en place.

Une formation à la prévention du risque cancérigène doit être organisée quand des actions concrètes de prévention (organisationnelles, techniques...) sont opérationnelles ou sur le point d'être lancées, de façon à accompagner le mieux possible la mise en place de ces actions

5. SUIVI MEDICO-PROFESSIONNEL

Il ciblera les organes risquant d'être affectés par l'exposition aux différents produits utilisés.

Recherche d'affections cutanées aiguës ou chroniques

Recherche de lésions oculaires aiguës ou chroniques

Recherche du psycho syndrome organique du aux solvants : irritabilité, difficulté de concentration, troubles du sommeil de la mémoire baisse de l'efficacité intellectuelle.

Suivi des fonctions hépato rénales, pour l'acétate d'éthyle on décrit parfois un risque d'anémie

Recherche de troubles ORL ou de la ventilation

EFR en cas d'expositions importantes

Les risques principaux concernant les produits chimiques sont :

- le risque lié au pouvoir corrosif et/ou irritant des produits (risque dermato et respiratoire)
 - les caustiques
 - les tensio-actifs
 - les solvants (tableau MP 84)
- le risque allergique
 - les colorants (risque d'asthme),
 - les photo-initiateurs, acrylates, époxy dans les encres UV (risque dermato tableau MP 65)
- la toxicité pour la reproduction
 - certains éthers de glycol classés Toxique R60 ou R61
- la neurotoxicité
 - la plupart des solvants (tableau MP 84)

La biométrie a peu d'intérêt mis à part pour le toluène parfois encore utilisé (cf hélios).

L'exposition au plomb est, en général, faible.

Audiogramme régulier

5.1 SUIVI POST-PROFESSIONNEL

Une attestation d'exposition aux CMR et aux agents chimiques dangereux est remplie par l'employeur et le médecin du travail puis est remise au travailleur à son départ de l'établissement.

5.2 DOSSIER MEDICAL

Le dossier médical doit comporter :

- Une copie de la fiche d'exposition que l'employeur doit fournir au médecin du travail
- Les dates et les résultats des examens complémentaires

Le dossier médical doit être conservé au moins pendant 50 ans après la fin de la période d'exposition.

Ce dossier à été réalisé par un groupe de travail composé de médecins du travail, d'IPRP et de la CRAM Alsace-Moselle :

Membres du groupe

Dr ZORNIOTTI	Médecin du travail	ACST Strasbourg
Dr GERRER	Médecin du travail	Santé et Travail Sud Alsace Mulhouse
Dr ARDIOT	Médecin du travail	SST de Cernay Masevaux Thann
Dr SCHACH	Médecin du travail	AST 67 Strasbourg
Dr JURIN	Médecin du travail	AMETRA Metz
Michel HABERER	Ingénieur-conseil	CRAM Alsace-Moselle
Georges LISCHETTI	Ingénieur-conseil	CRAM Alsace-Moselle
M. SERRE	IPRP	SST de Cernay Masevaux Thann
M. MARCHAND	IPRP	Santé et Travail Sud Alsace Mulhouse
Mlle MOELLINGER	IPRP	SIST Colmar

Bibliographie : ED 6001