

## Postes d'utilisation manuelle de solvants

## 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 intéressants 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 trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

# Postes d'utilisation manuelle de solvants

Comité de rédaction :

- Christine BOUST, département Expertise et conseil technique, INRS
- Marie-Thérèse LECLER, département Ingénierie des procédés, INRS
- Emmanuelle LEPAGE, Centre de mesures et contrôles physiques, CRAM d'Ile-de-France
- Thierry GROSSET, Prévention des risques professionnels, CRAM du Nord-Est

# Sommaire

<b>1. Les risques liés aux solvants organiques</b> .....	<b>4</b>
1.1. Généralités.....	4
1.2. La toxicité des solvants.....	4
1.3. L'inflammabilité des solvants.....	5
1.4. L'instabilité des solvants.....	5
1.5. L'écotoxicité.....	5
<b>2. Évaluation du risque chimique</b> .....	<b>5</b>
2.1. Connaître le danger.....	5
2.2. Connaître l'exposition.....	7
2.3. Évaluer le risque par inhalation.....	7
2.4. Évaluer le risque incendie/explosion.....	7
<b>3. Prévention du risque par inhalation</b> .....	<b>7</b>
3.1. Choix des produits.....	8
3.2. Choix des techniques opératoires.....	8
3.3. Implantation.....	8
3.4. Système de ventilation.....	8
<b>4. Ventilation des postes d'utilisation manuelle de solvants</b> .....	<b>9</b>
4.1. Introduction d'air neuf.....	9
4.2. Techniques de ventilation localisée.....	10
4.3. Transport des polluants.....	11
4.4. Implantation du matériel.....	11
4.5. Limitation du bruit.....	11
4.6. Rejets.....	11
<b>5. Technique de captage localisé</b> .....	<b>12</b>
5.1. Dispositifs associés à des couvercles.....	12
5.2. Cabines ouvertes ventilées.....	13
5.3. Dispositifs enveloppants.....	13
5.4. Dispositifs latéraux d'aspiration.....	13
5.5. Hottes.....	14
<b>Dossiers techniques</b> .....	<b>15</b>
1. Poste de mélange des teintes.....	15
2. Poste de rénovation de films.....	16
3. Containeur à déchets ventilé en sérigraphie.....	17
4. Bacs de trempage d'outils encres.....	18
5. Aménagement d'un poste de préparation d'encres et de nettoyage.....	19

# Introduction

**C**e document a été établi par un groupe de travail, constitué sous l'égide de la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM), comprenant des spécialistes en ventilation et nuisances chimiques des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et de l'INRS.

Il est destiné à contribuer à la prévention des risques professionnels liés à l'utilisation manuelle de solvants organiques. Il apporte des réponses pratiques à toute personne confrontée à la conception et à la réalisation d'une installation de ventilation sur un poste d'utilisation manuelle de solvants organiques.

L'objectif à atteindre est le maintien de la salubrité de l'air aux postes de travail et dans les ateliers, par suppression ou diminution des émissions : substitution des produits, modification du procédé, captage des polluants au plus près de leur source d'émission... en vue d'obtenir les concentrations les plus faibles possibles.

Les solutions de ventilation proposées constituent des moyens minimaux permettant de réaliser cet objectif dans la majorité des cas sur la base des connaissances actuelles et sous réserve que l'ensemble des sources de pollution soit traité. En présence de procédés ou de circonstances particulières, des mesures d'assainissement différentes peuvent être envisagées.

## Domaine d'application

Les postes d'utilisation manuelle de solvants recensés sont principalement liés à des activités de nettoyage de matériel, notamment : outils d'application de peinture ou d'encre, rouleaux d'impression, traces de feutre ou de colle, pièces automobiles, instruments médicaux, verrerie de laboratoire...

Mais on peut aussi noter de fortes expositions lors de la préparation de mélanges ou de la dilution de peintures, par exemple lors de phases préparatoires pour les produits utilisés en coiffure, en esthétique ou en développement photos, lors de la prise d'échantillon sur un réacteur, ou encore lors de recon-ditionnement ou de fractionnement de produits solvantés.

Ce type d'activités annexes au procédé est caractérisé, la plupart du temps, par sa nature ponctuelle et de courte durée. Souvent peu prises en compte dans les analyses de risque, ces opérations peuvent aussi être sous-traitées. Pour les activités de nettoyage, les objets s'avèrent être de dimensions très différentes et les produits utilisés sont très diversifiés.

# 1. Les risques liés aux solvants organiques

## 1.1. Généralités

Un solvant est une substance, généralement liquide, possédant la propriété de dissoudre d'autres substances. L'eau en est l'exemple le plus universel, mais elle présente l'inconvénient de ne pas dissoudre les graisses ce qui la rend inutilisable pour de nombreuses applications industrielles. La faculté de dissoudre dépend de la nature des groupements chimiques composant la molécule de solvant. Ces groupements confèrent au solvant des propriétés hydrophiles<sup>1</sup>, lipophiles<sup>2</sup> ou encore amphiphiles<sup>3</sup>.

De nombreuses applications utilisent des liquides organiques (composés du carbone) appelés solvants organiques.

<sup>1</sup> Solubilisant les mêmes catégories de produits que l'eau.

<sup>2</sup> Solubilisant les graisses.

<sup>3</sup> À la fois hydrophile et lipophile.

Ce guide traite essentiellement de l'utilisation manuelle de solvants organiques.

On peut classer les solvants en neuf familles. Les plus utilisés sont les alcools (isopropanol par exemple), les cétones (acétone), les esters (acétate d'éthyle) et les hydrocarbures pétroliers (white-spirit).

Les solvants sont utilisés industriellement lorsque les opérations de fabrication nécessitent :

- un dégraissage, un nettoyage ou un décapage,
- une extraction à partir d'un mélange, une séparation ou une purification,
- le stockage ou le transport sous forme liquide,
- une modification de texture d'un produit.

Les solvants sont utilisés dans l'industrie chimique bien entendu, mais aussi dans des secteurs extrêmement variés tels que l'industrie du nettoyage (teinturerie, nettoyage des sols...), l'industrie des plastiques, l'industrie métallurgique (traitement de surface, dégraissage des métaux), l'industrie ali-

mentaire ou pharmaceutique (extraction des huiles), l'agriculture (solvants de pesticides), le bâtiment (utilisation de peinture, colles)...

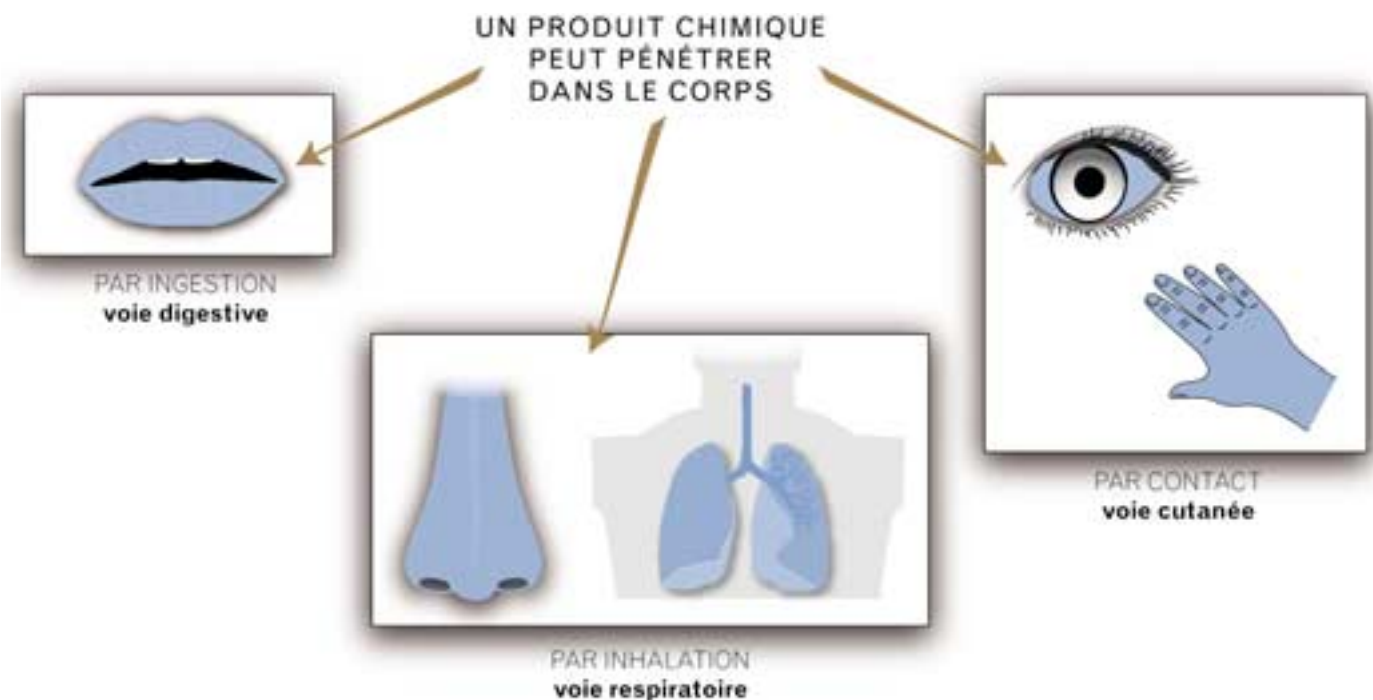
Il n'existe pas de produit inoffensif : tout solvant possède des caractéristiques propres de danger (toxicité, inflammabilité, écotoxicité...). Le risque est généré par l'utilisation directe du solvant ou par une exposition passive (travail dans une atmosphère polluée, par exemple).

## 1.2. La toxicité des solvants

Les solvants organiques ont un effet néfaste sur la santé humaine lorsqu'ils pénètrent dans l'organisme humain :

- par les poumons lors de l'inhalation des vapeurs,
- à travers la peau ou les yeux en cas de contact direct,
- par ingestion *via* les mains mal ou non lavées, ou par ingestion de nourriture souillée.

Dans l'organisme, la substance chimique va subir des bio-transformations et créer des intermédiaires plus ou



moins réactifs qui vont s'attaquer aux constituants essentiels des cellules (protéines, lipides, acides nucléiques...) provoquant une intoxication.

Cette intoxication peut aller d'une simple perturbation réversible du comportement à une destruction des tissus cellulaires ou, plus grave, à un cancer.

De plus, l'action du solvant sur le corps humain diffère selon les modes d'exposition et l'on distingue :

- les intoxications aiguës liées à une exposition forte en une seule fois,
- les intoxications chroniques dues à une exposition répétée dans la durée.

Tous les solvants organiques ont une action sur le système nerveux central et sont plus ou moins irritants pour la peau et les muqueuses. Ces effets s'expliquent par l'affinité de ces substances pour les lipides. Les effets immédiats consécutifs à une exposition par inhalation seront caractérisés par des picotements aux yeux, des irritations du nez et de la gorge. À plus forte concentration, la personne exposée peut avoir une sensation de vertige, d'ébriété ou de fatigue.

Certains solvants ont, en plus, une toxicité spécifique portant sur un ou plusieurs organes cibles : foie, rein, moelle osseuse, système nerveux périphérique.

Quasiment tous les solvants organiques ont été reconnus comme susceptibles de provoquer des maladies professionnelles et apparaissent au tableau n° 84 des Maladies professionnelles du régime général dans lequel sont désignées les maladies suivantes : syndrome ébrieux ou narcotique pouvant aller jusqu'au coma, dermatites, conjonctivites irritatives, lésions eczématiformes récidivant en cas de nouvelle exposition au risque ou confirmées par un test épicutané, encéphalopathies caractérisées par des altérations des fonctions cognitives.

D'autres tableaux permettent une reconnaissance de maladies profes-

sionnelles lors de l'utilisation de solvants particuliers.

### 1.3. L'inflammabilité des solvants

Si l'on écarte la plupart des solvants halogénés, la majorité des solvants organiques sont inflammables et font courir des risques d'incendie et d'explosion en présence, par exemple, d'une flamme, d'une étincelle ou d'une source de chaleur. Leur degré d'inflammabilité dépend notamment de certaines caractéristiques physico-chimiques.

### 1.4. L'instabilité des solvants

Des réactions dangereuses peuvent survenir avec certains solvants dans les cas suivants :

- dégradation du solvant lors de son stockage (problème de compatibilité du matériau) ou de son transport ; en particulier il peut se produire une formation de peroxydes explosifs pour certains composés oxygénés en présence de lumière ;
- dégradation du solvant lors de son utilisation sous l'action de la température par exemple ;
- mélange accidentel avec des produits incompatibles.

### 1.5. L'écotoxicité

L'utilisation et l'élimination des solvants industriels peuvent avoir un impact important sur l'environnement. À cause de leur volatilité, ils se retrouvent principalement dans l'atmosphère. Des déversements, accidentels ou non, peuvent par ailleurs polluer le sol ou l'eau.

Les solvants contribuent aux phénomènes de pollution suivants :

- destruction de la couche d'ozone,
- effet de serre,
- épuisement des réserves en oxygène de l'eau,
- épuisement des terres arables lors de l'épandage de certains pesticides.

## 2. Évaluation du risque chimique

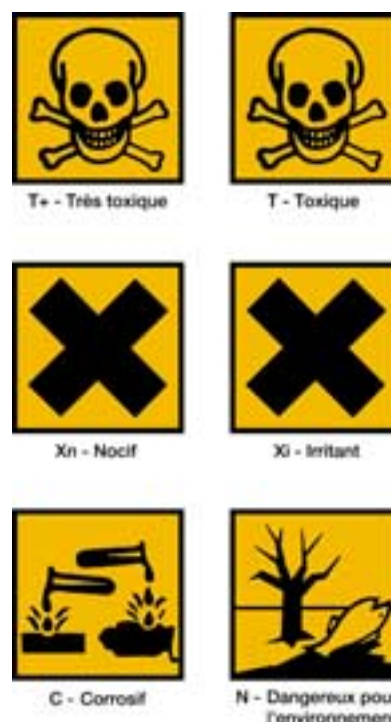
Une évaluation du risque passe par un inventaire de l'ensemble des produits utilisés, la connaissance de leurs dangers et du mode d'exposition des utilisateurs.

**DANGER**  
+  
**EXPOSITION**  
=  
**RISQUES**

### 2.1. Connaître le danger

Tous les produits chimiques utilisés en Europe sont soumis à une réglementation qui les classe en fonction de leur toxicité et de leurs caractéristiques physico-chimiques.

Ils peuvent être étiquetés :



Ces symboles et indications de danger vont progressivement être rempla-

cés dans le cadre de l'application du règlement CLP (pour en savoir plus, consulter le site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)).



À ces pictogrammes sont associés des phrases de risques et des conseils de prudence.

Il existe plusieurs moyens pour s'informer sur les dangers liés aux produits chimiques. On peut notamment citer :

#### Les documents réglementaires

- **Les étiquettes** : chaque emballage contenant des produits dangereux doit posséder un étiquetage réglementaire comportant le ou les pictogrammes, une ou plusieurs phrases de risque ainsi que des conseils de prudence (voir figure 1).

- **Les fiches de données de sécurité (FDS)** : elles sont obligatoires pour toute substance ou préparation dangereuse. Elles précisent les risques liés à l'utilisation et viennent en complément de l'étiquetage. Elles sont transmises par le fournisseur au chef d'établissement qui les transmet au médecin du travail de l'entreprise utilisatrice. À partir des éléments contenus dans la FDS et de la connaissance du poste de travail, l'employeur pourra rédiger la notice qu'il doit établir pour chaque poste de travail où un salarié est amené à utiliser des produits chimiques dangereux. Ces

documents doivent être disponibles dans la langue du pays d'utilisation.

#### Les sources complémentaires d'information

- **Des interlocuteurs privilégiés** : le médecin du travail, les membres du CHSCT, le responsable sécurité, le service prévention de la CRAM, l'INRS...
- **Les autres supports** : les fiches toxicologiques de l'INRS, les fiches techniques des fournisseurs...

#### Les sites Internet

- INRS (Institut national de recherche et de sécurité) : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)
- ECB (European chemical bureau) : <http://ecb.jrc.it/>
- CIRC (Centre de recherche contre le cancer) : [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)

En complément de l'étiquetage, les caractéristiques de danger des solvants peuvent être évaluées à partir de quelques propriétés physico-chimiques :

- **La volatilité d'un liquide** est caractérisée par sa tension de vapeur (ou pression de vapeur) qui est la pression à laquelle s'échappe la vapeur d'un liquide à une température donnée. Plus la tension de vapeur est importante, plus le liquide s'évapore et se diffuse dans l'atmosphère facilement. Au sens de la réglementation environnementale, les solvants dont la tension de vapeur est supérieure à 10 Pa à 20 °C sont considérés comme composés organiques volatils (COV)<sup>4</sup>. Cette classification ne tient pas compte de la température d'utilisation du produit.

- **Le point d'éclair** est la température minimale à laquelle un liquide dégage suffisamment de vapeurs pour que le mélange vapeur/air s'enflamme en présence d'une flamme ou d'une étincelle. Plus le point d'éclair est bas, plus le risque d'inflammation est important.



Figure 1 • Exemple d'une étiquette.

<sup>4</sup> Les COV (composé organique volatil) sont les substances organiques émettant des vapeurs à température ambiante.



**ENCADRÉ 1****Attention aux mélanges**

Les solvants pétroliers proposés en mélange avec des substances chlorées ou fluorées ne sont généralement pas étiquetés inflammables. En effet, la présence de solvant halogéné dans un mélange permet d'augmenter fortement le point d'éclair apparent. On parle alors de « point d'éclair masqué ». Ils peuvent cependant donner lieu à la formation d'une atmosphère explosive lorsque le mélange s'appauvrit en solvant halogéné au cours de l'utilisation ou en cas de surchauffe. Les produits ayant cette caractéristique doivent être identifiés par la phrase de risque R30 « Peut devenir facilement inflammable pendant l'utilisation » ou R18 « Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif ».

● **La limite inférieure d'inflammabilité (LII) et la limite supérieure d'inflammabilité (LSI)** sont les bornes du domaine de concentrations pour lequel le mélange d'un gaz (ou de vapeurs d'un liquide inflammable) avec l'air est inflammable en présence d'une source d'ignition. Ces valeurs s'expriment en pourcentage volumique dans l'air.

**2.2. Connaître l'exposition**

Connaître les produits ne suffit pas. Il faut aussi connaître les conditions d'utilisation, de déchargement, de stockage et de manipulation. En particulier, il est important de connaître les quantités utilisées, la fréquence d'utilisation et le mode opératoire. Il faut établir une analyse critique de l'ensemble de la chaîne d'utilisation du solvant afin de déterminer les postes à risque d'exposition.

L'évaluation des risques, menée par le chef d'établissement en collaboration avec les travailleurs concernés, le médecin du travail et, en fonction de la taille de l'entreprise, le responsable sécurité, le CHSCT ou les délégués du personnel, permet d'identifier les activités et les phases de travail dangereuses.

Compte tenu de la volatilité de la plupart des solvants, les postes où ils sont utilisés manuellement sont souvent source de fortes expositions par inhalation. L'évaluation des risques doit cependant également prendre en compte l'exposition par voie cutanée et par ingestion.

Dans le cadre de cette évaluation, procéder à des analyses de l'atmosphère de l'atelier permet de quantifier le niveau d'exposition des travailleurs.

Les résultats pourront être comparés aux valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP). Ces valeurs sont des repères chiffrés qui doivent être considérés comme des objectifs minimaux [1].

**2.3. Évaluer le risque par inhalation**

Les étapes de l'évaluation du risque par inhalation sont :

- l'inventaire de toutes les situations de travail où des solvants (ou des mélanges contenant des solvants) sont utilisés manuellement,
- l'inventaire des utilisations qui en sont faites (voir § 2.2. « Connaître l'exposition »),
- le recueil des informations concernant les produits utilisés (voir le § 2.1. « Connaître le danger »).

Pour procéder à une cotation du risque, il existe de nombreux guides dont une méthodologie simplifiée du risque chimique [2].

**2.4. Évaluer le risque incendie/explosion**

L'utilisation de produits solvantés nécessite une évaluation du risque incendie/explosion. La ventilation en place devra permettre d'avoir une concentration en solvants la plus basse possible et au moins inférieure à 10 % de la LIE (limite inférieure d'explosivité), lorsque du personnel est présent dans le local. Le dixième de la LIE des solvants

**ENCADRÉ 2****À ne pas confondre**

La VLCT (valeur limite d'exposition à court terme) est destinée à protéger des effets des pics d'exposition. Elle se rapporte à une durée de référence de 15 minutes (sauf indication contraire).

La VME ou VL8h (valeur limite de moyenne d'exposition) est destinée à protéger les travailleurs des effets à long terme. Elle est estimée ou mesurée sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

restant en général supérieur aux valeurs limites d'exposition professionnelles correspondantes, on veillera dans ce cas à limiter l'exposition des salariés présents à un niveau le plus faible possible et en dessous de ces valeurs limites.

Toutes les installations électriques (éclairage, appareils...) et le matériel non électrique des locaux où peuvent être présentes des vapeurs inflammables doivent être adaptés à la zone de risque, conformément aux directives européennes ATEX (atmosphère explosive) [3].

**3. Prévention du risque par inhalation**

Les moyens techniques à mettre en œuvre pour assainir l'atmosphère des postes de travail sont :

- la substitution des produits par des produits ou des procédés moins dangereux,
- la réduction des risques par :
  - l'utilisation de procédés en vase clos ;
  - l'utilisation de techniques moins émissives ;
- le captage, au plus près des sources d'émissions, de la totalité des polluants, si cela est techniquement possible et, en complément, l'évacuation des polluants résiduels par la ventilation générale.

Pour réduire globalement l'émission de polluants dans l'ambiance de travail, il est possible d'intervenir à différents niveaux.

### 3.1. Choix des produits

Il s'agit de privilégier au maximum les produits les moins dangereux.

Il faut en particulier proscrire les produits cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégorie 1 et 2 (phrases de risque R45, R46, R49, R60 et R61). Il en est de même pour les produits classés très toxiques ou toxiques. Ils devront être substitués par des produits ou des procédés moins dangereux (*voir encadré 3*).

Pour les opérations de nettoyage ou de dégraissage, on privilégiera les solutions lessivielles (*voir encadré 4*) lors du choix des produits. Après traitement il est souvent nécessaire de sécher les pièces.

Vis-à-vis de l'environnement, ce mode de dégraissage met en œuvre des volumes importants de bains qu'il est nécessaire de traiter avant rejet.

À défaut de solutions lessivielles, le choix se portera sur les solvants les moins nocifs, les moins volatils (tension de vapeur la plus faible) et les moins inflammables.

**Note:** Les solvants de points d'éclair supérieurs à 55°C (appelés couramment solvants A3) ne sont pas classés comme inflammables mais demeurent néanmoins des combustibles. Il faut s'assurer que le point d'éclair du solvant choisi est supérieur de plus de 30°C à la température maximale d'utilisation.

### 3.2. Choix des techniques opératoires

Pour de nombreuses opérations, il est possible de faire appel à des procédés sans solvant organique (cryogénie, vapeur sèche...). En cas d'impossibilité technique, il est nécessaire d'utiliser les solvants en vase clos ou en circuit fermé. En particulier, les solvants les

#### ENCADRÉ 3

##### Substitution

La démarche de substitution doit faire l'objet d'un projet. En effet, il ne s'agit pas de remplacer simplement un produit par un autre, solution souvent vouée à l'échec, mais d'analyser le problème dans son ensemble. Le dépliant INRS « Substitution des agents chimiques dangereux » [4] propose une démarche et les fiches FAS (fiche d'aide à la substitution), disponibles dans le dossier « Agir contre le cancer » [5] sur le site Internet de l'INRS, décrivent des possibilités de substitution d'agents cancérigènes.

plus dangereux et les produits les plus inflammables doivent être utilisés dans des machines spécifiques [6].

Si l'utilisation manuelle de solvants s'avère incontournable, une attention particulière doit être apportée au mode d'utilisation. Il est important d'utiliser les techniques les moins émissives. Par exemple, le trempage (en bac avec couvercle) est moins émissif que le nettoyage au chiffon ou au pinceau qui est lui-même moins émissif que la pulvérisation ou l'aspersion au jet sous pression.

L'utilisation de pompes ou de flacons distributeurs de solvant est également

de nature à diminuer les expositions des opérateurs. Pour les mêmes raisons, les opérations de transfert ou de transvasement se feront également par pompage.

### 3.3. Implantation

Pour éviter le transfert de pollution dans l'atelier, il faut prévoir, pour les postes manuels les plus polluants, des locaux séparés du reste de l'atelier. Cela permet de limiter le nombre de personnes exposées.

Le stockage de solvants, qu'ils soient neufs ou usés, doit être effectué dans un local spécifique, ventilé en permanence [7]. La quantité de solvant disponible au poste de travail doit être au plus celle consommée en une journée de travail. Les solvants doivent être stockés dans des récipients adaptés et fermés hermétiquement.

### 3.4. Système de ventilation

L'objectif d'un système de ventilation est de réduire les risques :

- d'atteinte à la santé des opérateurs,
- d'incendie ou d'explosion en cas d'émissions de vapeurs de solvants inflammables.

#### ENCADRÉ 4

##### Les solutions lessivielles

Il s'agit de 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. Ces solutions aqueuses sont efficaces pour une majorité de salissures organiques.

Les deux procédés principaux sont l'immersion ou traitement « au trempé » et l'aspersion.

Dans le cas de l'immersion, les pièces peuvent être accrochées sur un support, placées en vrac dans un panier si elles n'offrent pas de possibilité de rétention (présence de cavités) ou mises dans un tonneau rotatif si elles supportent des chocs légers. Les bains sont fréquemment chauffés entre 50°C et l'ébullition. Cependant, il existe des produits de dégraissage qui travaillent à basse température. L'immersion a lieu en bain mort ou en bain agité. L'agitation est assurée par différents moyens tels qu'un agitateur mécanique, une pompe de circulation, l'injection d'air comprimé ou l'action des ultrasons.

Dans le cas de l'aspersion, la solution dégraissante est projetée sur les pièces dans des installations fixes telles que des enceintes ou des tunnels sous une pression de 1 à 4 bars, à une température voisine de 60°C. L'aspersion peut se faire également à la lance avec de la lessive seule ou par projection mixte de vapeur et de lessive sous 30 ou 40 bars.

Les techniques de ventilation à mettre en œuvre sont en priorité la ventilation par captage localisé et, en complément, la ventilation générale<sup>5</sup>.

La concentration en polluants dans l'atmosphère du poste de travail doit être maintenue aussi faible que possible et en deçà des valeurs limites d'exposition professionnelles.

● La ventilation par captage localisé consiste à capter les polluants au plus près de leur source d'émission, avant qu'ils ne pénètrent dans la zone des voies respiratoires des travailleurs et ne se diffusent dans l'atmosphère du local de travail. La salubrité de l'atelier ne pourra être valablement assurée que si l'ensemble des sources de pollution est traité.

La ventilation par aspiration localisée doit toujours être retenue en priorité et en particulier chaque fois que des produits dangereux sont émis.

#### ENCADRÉ 5

##### Règles élémentaires de prévention en cas d'utilisation manuelle

- Encoffrer le poste de travail et capter les vapeurs au plus proche de leur point d'émission.
- Travailler en atmosphère ventilée.
- Porter des gants adaptés<sup>6</sup>.
- Refermer les emballages et les contenants après usage.
- Respecter les règles de stockage et d'étiquetage (reconditionnement).
- Limiter les quantités stockées.
- Placer les déchets (chiffons et papier imbibés) dans des poubelles fermées automatiquement et si possible ventilées.
- Évacuer régulièrement les déchets.
- Proscrire le lavage des mains avec des solvants. Utiliser des détergents d'atelier conformes aux normes en vigueur (NFT 73-101, NFT 73-102).
- Respecter les consignes d'hygiène: ne pas manger ni boire sur les lieux de travail, se laver les mains après utilisation.

TABEAU 1

#### Comparaison captage localisé, ventilation générale

	Captage localisé	Ventilation générale
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Efficacité du captage</li> <li>■ Débit d'extraction réduit</li> <li>■ Introduction d'air limité</li> <li>■ Économie d'énergie en cas de chauffage de l'air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Facilité de mise en œuvre</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nécessité d'étudier de près le poste de travail avec les utilisateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dilution du polluant</li> <li>■ Exposition de l'ensemble des salariés</li> <li>■ Débit important limité par les courants d'air</li> <li>■ Coût de traitement des effluents</li> </ul>

● La ventilation générale opère par extraction, après dilution des polluants dans l'atelier à l'aide d'un apport d'air neuf dans le local, de manière à diminuer les concentrations des substances dangereuses résiduelles pour les amener à des valeurs aussi faibles que possible.

Souvent une ventilation générale est utilisée comme complément à un captage localisé. Elle ne peut être envisagée en tant que technique unique d'assainissement de l'air que si le recours à une ventilation locale est techniquement impossible.

Un système d'alarme sera mis en place pour prévenir d'un éventuel dysfonctionnement, et ce afin d'assurer la permanence d'une ventilation efficace.

## 4. Ventilation des postes d'utilisation manuelle de solvants

L'objectif de tout dispositif de captage et de ventilation est d'entraîner, au moyen d'un flux d'air, les vapeurs ou aérosols de solvants vers un conduit permettant leur traitement ou leur évacuation hors de la zone d'évolution du personnel.

Pour fonctionner correctement, une installation de captage ou de ventilation doit être :

- adaptée aux besoins,
- bien dimensionnée,

- correctement installée,
- bien entretenue,
- contrôlée régulièrement.

### 4.1. Introduction d'air neuf

L'air extrait par les systèmes de ventilation doit être compensé par des apports équivalents d'air neuf, notamment pour :

a) assurer l'efficacité des systèmes de ventilation ou de captage: un manque d'air de compensation produit une mise en dépression des locaux qui contribue à la diminution des débits d'air extrait ;

b) éliminer les courants d'air provenant des ouvertures (portes, fenêtres...) qui peuvent :

- diminuer l'efficacité de captage,
- disperser les polluants dans tout l'atelier,

● provoquer un inconfort thermique pour le personnel (pouvant le conduire à arrêter les installations de ventilation) ;

c) éviter que l'air provenant des zones « polluées » ne soit entraîné vers des zones « propres » ;

d) diminuer la résistance à l'ouverture ou à la fermeture des portes.

<sup>5</sup> Il convient de se reporter aux brochures « Principes généraux de ventilation » [9] et « L'assainissement de l'air des locaux de travail » [10].

<sup>6</sup> La brochure « Des gants contre les risques chimiques » apporte des informations relatives au choix des gants appropriés au produit manipulé ainsi qu'à la tâche effectuée [8].

L'introduction de l'air de compensation doit être maîtrisée (figure 2). L'introduction mécanique est à privilégier ; en effet, elle est la seule à permettre d'assurer le conditionnement de l'air introduit et sa distribution optimale dans le local.

Dans la plupart des cas, le débit de l'air introduit est égal au débit de tous les dispositifs d'extraction. Dans certains cas, une légère dépression permet de prévenir tout risque de fuite des polluants vers un local voisin. L'air de compensation doit être pris à l'extérieur des ateliers, dans une zone où il n'y a pas de risque d'interférence avec des rejets d'air pollué. Il doit être filtré, et réchauffé pendant la saison froide, afin d'assurer le confort thermique du personnel.

Il est nécessaire de distribuer l'air neuf dans l'atelier de façon à traverser d'abord la zone occupée par le personnel, puis ensuite les zones polluées. On préférera une vitesse d'introduction d'air neuf la plus lente possible, de manière à assurer un confort maximal aux opérateurs et des perturbations minimales au niveau des circulations d'air. Pour cela, l'utilisation d'un plafond perforé (plénum) ou de conduits textiles poreux présente des avantages indéniables : une grande surface favorise une vitesse d'introduction d'air lente (généralement inférieure à 0,5 m/s).

**Le recyclage de l'air extrait (réintroduction dans l'atelier d'air vicié même épuré) est à proscrire. L'air pollué doit être traité puis rejeté à l'extérieur dans une zone exempte de prises d'air.**

## 4.2. Techniques de ventilation localisée

La diversité des situations de travail, pour lesquelles sont utilisés des solvants manuellement, multiplie les types de captage envisageables. L'objectif est de choisir les dispositifs confinant le plus possible la zone d'émission des polluants. L'émission considérée concerne non seulement les bacs de stockage de

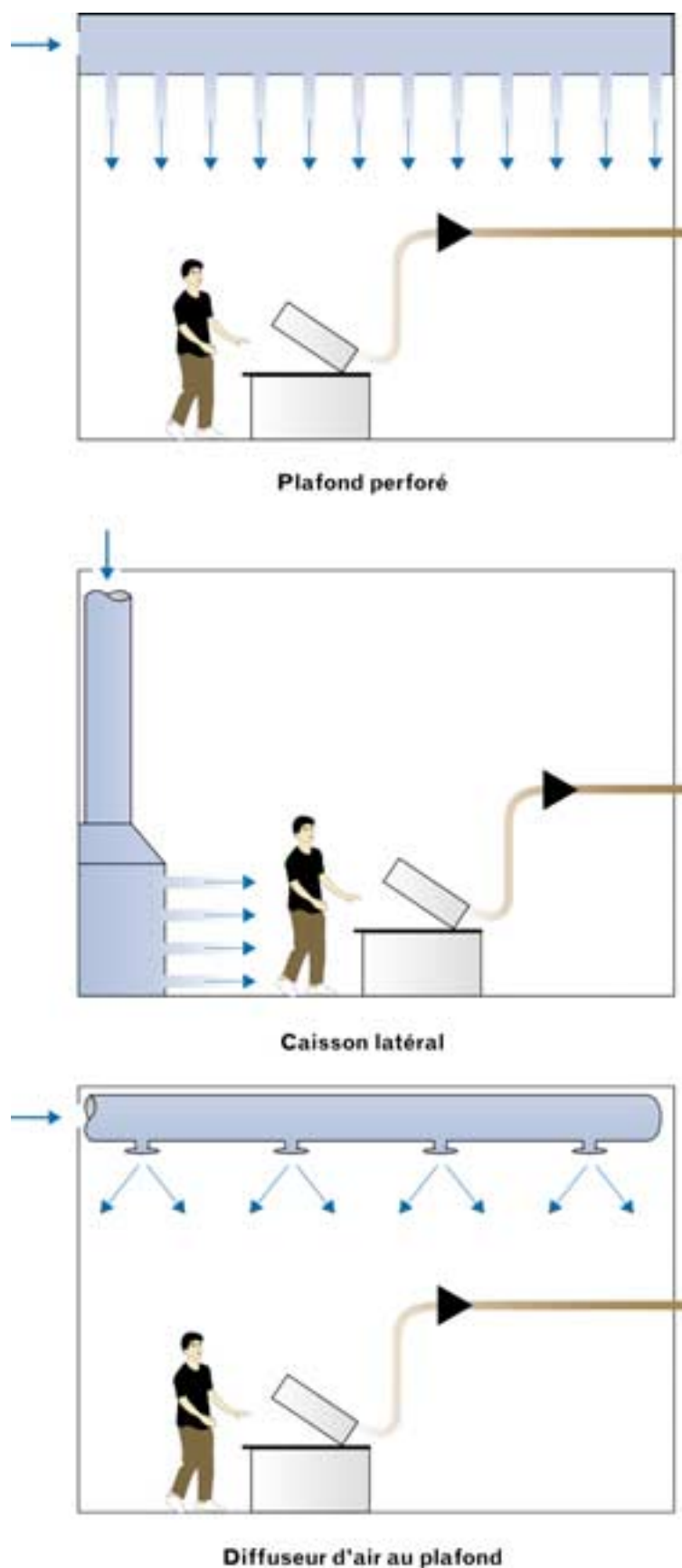


Figure 2 • Différents dispositifs d'introduction d'air de compensation.

solvants (fûts des fontaines, surface des bacs d'immersion, pots de mélange...) mais aussi les pièces en sortant ou utilisées pour le nettoyage ou l'activité manuelle. En effet, ces pièces présentent une surface qui, avant séchage, constitue une source importante d'émission de solvants. Leur confinement doit être maintenu tout au long de leur trajet dans l'atelier. Le confinement des polluants permet aussi de minimiser les débits de ventilation à mettre en œuvre.

Les dispositifs de captage sont détaillés dans le paragraphe 5.

### 4.3. Transport des polluants

Les vapeurs ou aérosols de solvants transportés dans les conduits de ventilation peuvent présenter des dangers pour l'homme et l'environnement.

Des risques sont susceptibles d'apparaître en cas :

- de perte d'efficacité des dispositifs,
- d'accumulation de charges électrostatiques,
- de fuites hors des conduites,
- de réactions dangereuses entre produits incompatibles.

Il est donc recommandé de transporter dans des conduits séparés des produits différents qui, mélangés, pourraient éventuellement former des gaz ou des vapeurs dangereux.

Afin d'éviter les fuites, la partie du conduit d'extraction située dans le bâtiment doit être sous pression statique négative, ce qui nécessite le montage du ventilateur à l'extérieur du bâtiment.

Dans un réseau d'extraction, il existe nécessairement des points de captage proches du ventilateur et d'autres, éloignés. Il faut donc veiller à l'équilibrage aéraulique.

Pour le transport des vapeurs de solvants, la vitesse dans les conduits doit idéalement être comprise entre 10 et 13 m/s afin d'entraîner correctement les polluants sans augmenter outre mesure le bruit engendré. Le tracé du conduit

#### ENCADRÉ 6

##### Dossier d'installation de ventilation

Toute installation de ventilation doit posséder un dossier technique spécifique, appelé dossier d'installation de ventilation [11], élaboré lors de la mise en place de la ventilation, et dans lequel sont consignées toutes les données utiles :

- les plans de l'installation avec les points de mesures,
- les calculs théoriques fournis par l'installateur,
- les valeurs de référence mesurées lors de la réception: débits d'air, vitesse d'air...
- les valeurs mesurées lors de contrôles en cours de fonctionnement,
- le calendrier de maintenance,
- les opérations de maintenance effectuées et leurs dates,
- les modifications effectuées.

d'extraction doit être le plus direct possible pour limiter les pertes de charges.

Les matériaux constitutifs des conduits de ventilation (mais aussi des accessoires et du ventilateur) doivent être sélectionnés pour leur résistance chimique, mécanique et thermique.

Afin d'éviter l'accumulation d'électricité statique, il est souhaitable que la continuité électrique des diverses parties des conduits de ventilation soit assurée par des éléments conducteurs (gainage, revêtement, tresses métalliques...), avec mise à la terre de l'ensemble.

Le ventilateur doit être adapté aux conditions opératoires. Le moteur d'entraînement doit être situé à l'extérieur du conduit. Les ventilateurs de type centrifuge sont préférables car ils sont beaucoup moins sensibles aux variations de pression et moins bruyants que les ventilateurs hélicoïdaux.

### 4.4. Implantation du matériel

Il est important de correctement positionner le matériel afin de faciliter son accès pour les opérations périodiques de maintenance.

Les matériels nécessitant un entretien régulier (ventilateurs, filtres, systèmes d'épuration...) seront idéalement installés au sol en aménageant un espace suffisant afin de facilement démonter tous les composants. En cas d'installation en hauteur, une passerelle de service, munie de garde-corps, doit être prévue. Si l'implantation est réalisée en toiture, les voies d'accès doivent être matérialisées.

Les organes de réglage seront facilement accessibles et manœuvrables par les utilisateurs.

### 4.5. Limitation du bruit

Le bruit engendré par l'installation de ventilation doit être limité. Les principaux éléments d'une installation générant du bruit sont :

- la vitesse d'air dans les conduits,
- les vibrations des matériels,
- le ventilateur.

Le bruit dépend du matériel et de son implantation. Il est nécessaire de correctement dimensionner le réseau de transport (éviter les variations de vitesse d'air et les turbulences) et d'adapter les vitesses. L'utilisation d'éléments souples (les plus courts possible) ou de silencieux judicieusement positionnés permet aussi de réduire le niveau global de bruit. De plus, le ventilateur sera placé de préférence à l'extérieur du bâtiment.

### 4.6. Rejets

La plupart des industries à forte consommation de solvants doivent limiter leurs émissions de COV dans l'atmosphère.

Elles doivent veiller à être conformes à la réglementation en vigueur notamment celle relative à la protection de l'environnement (arrêté du 2 février 1998 modifié et arrêté du 16 juillet 2003).

Il est nécessaire de traiter l'air pollué avant rejet vers l'atmosphère. Diverses techniques peuvent être envisagées [12 à 17].

## 5. Technique de captage localisé

Le dispositif de captage doit être choisi de manière à respecter les contraintes suivantes :

- Efficacité du captage par le respect des vitesses d'air au niveau de la ou des bouches d'aspiration.
- Encombrement des capteurs, des conduits, des épurateurs... compatibles avec le local et la tâche à accomplir.
- Niveau sonore du système de captage/ventilation n'augmentant pas de plus de 2 dB(A) l'ambiance sonore sauf si le niveau sonore des installations de ventilation ne dépasse pas 50 dB(A). Dans tous les cas, l'installation de ven-

tilation à elle seule doit présenter un niveau sonore inférieur à 75 dB(A).

- Limitation des vitesses d'air de compensation et maintien, dans l'atelier, d'une température acceptable afin de ne pas engendrer d'inconfort thermique pour les opérateurs.
- Possibilité de maintenance aisée et en sécurité.
- Respect de la réglementation ATEX.

Les dispositifs de captage doivent être caractérisés par des vitesses d'air et non pas par les seuls débits d'air.

Les vitesses d'air à mettre en œuvre dans la zone d'émission des polluants sont déterminées de façon à entraîner la totalité des polluants vers le dispositif

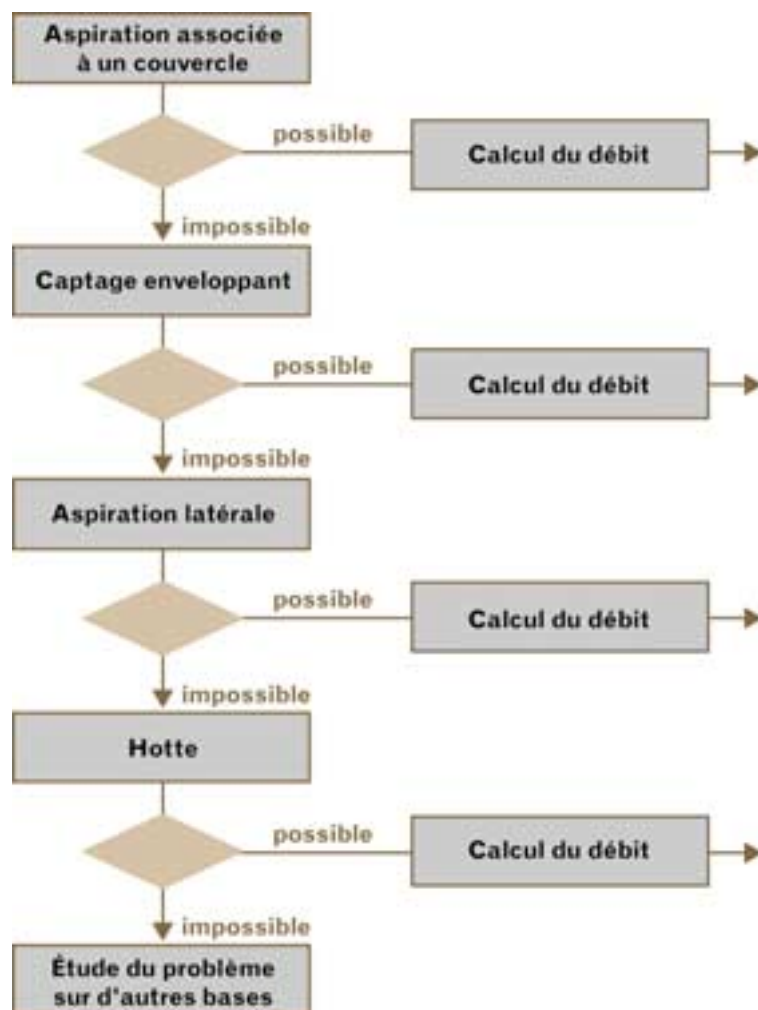


Figure 3 • Logigramme de décision concernant le choix de la technique de captage localisé.

### ENCADRÉ 7

#### Les 9 principes de ventilation par captage à la source

1. Envelopper au maximum la zone de production des polluants afin d'éviter leur dispersion et éviter les perturbations liées aux courants d'air non maîtrisés.
2. Capturer au plus près de la zone d'émission : une distance doublée entre la source d'émission et le captage nécessite de quadrupler le débit d'aspiration pour obtenir le même résultat.
2. Placer le dispositif d'aspiration de manière à ce que l'opérateur ne soit pas entre celui-ci et la source de pollution.
4. Utiliser les mouvements naturels des polluants.
5. Induire une vitesse d'air suffisante afin d'entraîner toute la pollution vers le système de captage.
6. Répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage.
7. Compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes avec un débit égal au débit extrait.
8. Éviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique.
9. Rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrées d'air neuf, après traitement si nécessaire.

de captage. Les vitesses d'air théoriques permettent de calculer les débits nécessaires au captage.

### 5.1. Dispositifs associés à des couvercles

L'objectif est d'empêcher la dispersion des polluants par le maintien d'une dépression interne, couvercle fermé. Il est recommandé que le débit soit asservi à l'ouverture du couvercle afin de maintenir un débit d'aspiration adapté à un assainissement correct. L'utilisation d'un couvercle doit être compatible avec le procédé.

Les aspirations associées à des couvercles sont de type aspiration latérale. L'aspiration sous couvercle est le seul dispositif insensible aux courants d'air.

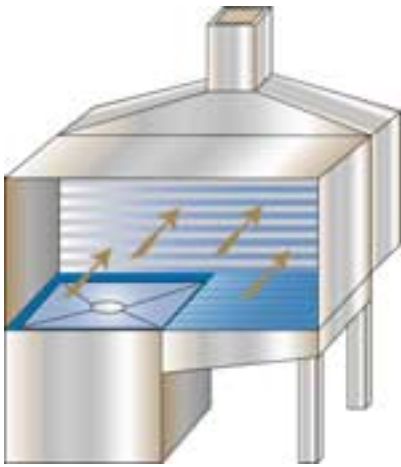


Figure 4 • Fontaine et zone d'égouttage placées dans une cabine ouverte ventilée.

Le couvercle doit être ouvert puis fermé à chaque intervention, il doit être conçu de manière à être facilement manœuvrable et maintenu fermé en dehors de l'intervention, par exemple à l'aide d'une commande d'ouverture au pied à action maintenue.

Ce dispositif est applicable sur des cuves de trempage ou des fontaines de dégraissage par exemple.

En général, le couvercle n'est pas jointif sur toute la périphérie de la cuve. Il existe un espace libre permettant le passage de l'air entre les parties constitutives de la cuve et du couvercle. Cet espace est appelé ouverture. On distingue deux cas suivant la largeur moyenne des ouvertures (e) :

- Si  $e \leq 10$  cm : la vitesse moyenne aux ouvertures doit être de 0,5 m/s au minimum.

- Si  $e > 10$  cm : la vitesse moyenne aux ouvertures doit être de 0,65 m/s au minimum.

Le débit d'aspiration est égal au produit de la surface des ouvertures laissées libres par la vitesse moyenne aux ouvertures :

$$Q = V * S$$

Q : débit d'aspiration en  $m^3/s$

S : surface totale des ouvertures en  $m^2$

V : vitesse moyenne aux ouvertures en m/s

## 5.2. Cabines ouvertes ventilées

Un capotage permet de confiner la zone d'émission des solvants (figure 4). Le recours à ce type de dispositif est d'autant plus important que l'émissivité des solvants est forte.

La vitesse d'air moyenne au droit de l'ouverture doit être de 0,5 m/s. Le flux d'air doit être homogène et ne pas présenter de vitesses d'air inférieures à 0,4 m/s. Les exigences et le protocole de mesurage applicable à ce type de cabine sont détaillés dans le « Guide pratique de ventilation : Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides » [18].

## 5.3. Dispositifs enveloppants

En réduisant la surface d'ouverture d'un dispositif tel que celui présenté au paragraphe 5.2, on arrive à mettre en place des dispositifs que l'on appellera « enveloppants ». Ils limitent le volume à ventiler, augmentent l'efficacité du captage pour des débits d'air modérés et limitent également les risques d'exposition pour l'opérateur. Le volume des dispositifs enveloppants et la taille de l'ouverture réservée au passage des mains et du matériel doivent être déterminés au coup par coup, en fonction de la tâche à effectuer.

Un exemple de tels dispositifs est présenté dans le dossier technique n° 2.

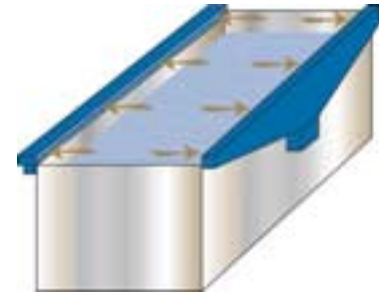


Figure 5 • Bac de dégraissage ventilé par des aspirations latérales.

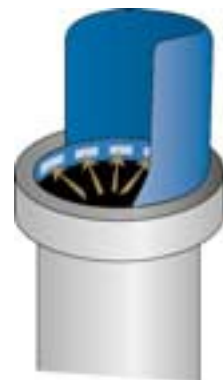


Figure 6 • Bidon muni d'un anneau circulaire.

## 5.4. Dispositifs latéraux d'aspiration

Ces dispositifs laissent libre l'espace au-dessus du plan de travail ou de la cuve de trempage. Les orifices d'aspiration sont disposés le long des bords de la surface, de préférence sur le plus grand côté dans le cas de surfaces rectangulaires (figures 5, 6 et 7).

Deux lèvres aspirantes avec dossieret	Deux lèvres aspirantes
$Q = 1,6 \times L \times D \times V$	$Q = 2,8 \times L \times D \times V$
$QT = 2 \times Q$ $= 2 \times 1,6 \times 1,5 \times 0,5 \times 0,25$ $= 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ $= 2 160 \text{ m}^3/\text{h}$	$QT = 2 \times Q$ $= 2 \times 2,8 \times 1,5 \times 0,5 \times 0,25$ $= 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$ $= 3 780 \text{ m}^3/\text{h}$

Figure 7 • Exemple de calculs de débit d'aspiration.

La conception de ce type d'aspiration doit tenir compte :

- de la nécessité d'assurer une bonne répartition du débit d'aspiration sur toute la longueur de la fente,
- de l'intérêt de mettre en place des écrans permettant de diminuer les débits d'aspiration et de rendre le système moins sensible aux courants d'air perturbateurs.

La vitesse d'air doit être au minimum de 0,25 m/s au point de la surface émissive le plus éloigné de la ou des fentes de captage (par exemple en milieu de bac s'il s'agit d'une surface rectangulaire). L'utilisation d'un captage le plus enveloppant possible permet de réduire le débit d'extraction.

## 5.5. Hottes

Une hotte est un dispositif d'aspiration placé au-dessus de la zone de travail.

De nombreux inconvénients viennent limiter son utilisation, notamment :

- les performances d'une hotte sont sensibles aux courants d'air,
- des débits d'air élevés sont nécessaires.

Ce dispositif peut éventuellement être utilisé si les autres captages localisés ne sont pas techniquement applicables.

Dans ce cas, il est indispensable que les voies respiratoires du salarié soient situées en dehors du flux d'air pollué. Pour réduire la sensibilité aux courants d'air et améliorer ainsi la performance

aéraulique d'une hotte, on peut l'équiper de lamelles en plastique souple.

**La hotte n'est pas utilisable en cas d'émission de produits classés CMR (cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction), très toxiques, toxiques, sensibilisants respiratoires...**

## BIBLIOGRAPHIE

- |   |  |
|---|--|
| [1] Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Aide-mémoire technique. ED 984, INRS, 2008.  | [8] Des gants contre les risques chimiques. ED 112, INRS, 2003.                        |
| [2] Vincent R., Bonthoux F., Mallet G., Iparraguirre J.-F., Rio S. – Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique : un outil d'aide à la décision. Note documentaire. ND 2233, INRS, 2005.   | [9] Principes généraux de ventilation. ED 695, INRS, 1989.                             |
| [3] ATEX – Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives. Guide méthodologique. ED 945, INRS, 2005.  | [10] L'assainissement de l'air des locaux de travail. ED 657, INRS, 1989.              |
| [4] La substitution des agents chimiques dangereux. ED 6004, INRS, 2007.  | [11] Le dossier d'installation de ventilation. ED 6008, INRS, 2007.                    |
| [5] Agir sur le risque chimique cancérigène en entreprise. Dossier web sur le site de l'INRS <a href="http://www.inrs.fr/dossiers/agirrisquecancerogene.html">www.inrs.fr/dossiers/agirrisquecancerogene.html</a> Rubrique « Suppression ou substitution ». | [12] Les procédés de traitement. ED 4260, INRS, 2005.                                  |
| [6] Machines à dégraisser. ED 964, INRS, 2006.  | [13] Oxydation thermique et catalytique. ED 4261, INRS, 2005.                          |
| [7] Stockage et transfert des produits chimiques dangereux. ED 753, INRS, 2003.   | [14] Absorption. ED 4262, INRS, 2005.  |
|   | [15] Adsorption. ED 4263, INRS, 2005.  |
|   | [16] Condensation. ED 4264, INRS, 2005.  |
|   | [17] Oxydation biologique. ED 4265, INRS, 2005.  |
|   | [18] Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides. ED 839, INRS, 2008. |



# Dossier technique 1

## Poste de mélange des teintes

### Objectif

Ventilation d'un poste de mélange des teintes de peinture pour véhicules utilitaires et poids lourds.

### Poste de travail

Le mélange des teintes et des formulations est réalisé dans des bidons dont le volume varie de 10 à 30 litres. Le bidon est posé à même le sol et le mélange est réalisé par agitation.

### Système de ventilation

Le dispositif de captage a été réalisé autour du poste du mélangeur à poste fixe.

C'est un caisson en acier galvanisé muni de 4 fentes d'aspiration de dimensions 300 mm x 40 mm placées de part et d'autre du récipient. L'ensemble est relié à un extracteur d'air placé à l'extérieur de l'atelier par un raccordement de diamètre 150 mm. L'air vicié est rejeté hors des bâtiments après filtration sur charbon actif.

### Résultats

	Dimensions (mm)	Vitesse (m/s)	Débit (m <sup>3</sup> /h)
<b>Fente haute droite</b>	300 x 40	6,20	<b>270</b>
<b>Fente basse droite</b>	300 x 40	6,15	<b>265</b>
<b>Fente haute gauche</b>	300 x 40	6,80	<b>295</b>
<b>Fente basse gauche</b>	300 x 40	6,20	<b>270</b>
<b>Total</b>			<b>1 100</b>

La moyenne des vitesses d'air mesurées au centre du récipient est de 1,9 m/s et la visualisation des fumées émises au point d'émissions montre que les polluants sont parfaitement captés.

Le niveau sonore mesuré à 1 m du ventilateur est de 72 dB(A) et le niveau sonore au poste de travail (sans activité mais avec le fonctionnement des dispositifs de ventilation) est de 68 dB(A).

**Le récipient est placé légèrement en contrebas par rapport aux fentes d'aspiration afin d'attirer au mieux l'air vicié dégagé par l'agitation.**



# Dossier technique 2

## Poste de rénovation de films

### Objectif

Ventilation d'un poste de dégraissage et de nettoyage de précision.

### Poste de travail

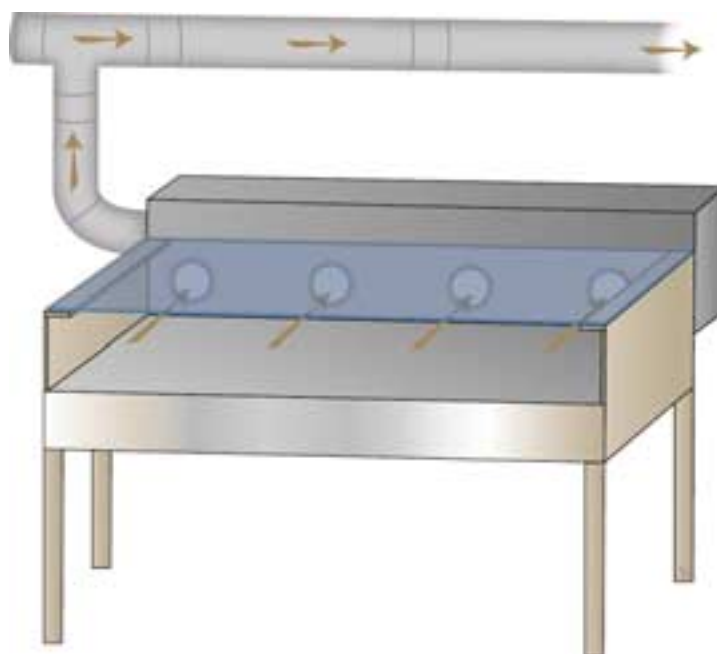
L'activité concerne la restauration mécanique de films audiovisuels.

Elle consiste à dégraisser des films en les déroulant et en les nettoyant à l'aide de chiffons imbibés d'un solvant placé dans des flacons distributeurs. Historiquement, les solvants utilisés étaient des solvants chlorés (trichloroéthylène et perchloroéthylène) qui ont été substitués par un mélange essentiellement constitué d'un alcool et d'une coupe naphta légère, hydrotraitée.

Le poste est une table de travail sur laquelle sont placés les films et les outils nécessaires à la restauration (flacons distributeurs de solvant, chiffons...).

### Description du système de ventilation

L'atelier comporte six postes de travail qui sont reliés 3 par 3 à un même réseau d'extraction. Les raccords entre les conduits d'extraction de chaque table et le conduit principal sont à angle droit ; il aurait été préférable de raccorder ces tuyaux sous un angle proche de 20° afin de limiter la perte de charge.



**Table employée dans l'atelier de rénovation de films.**

Chaque poste a été équipé en face arrière de 4 bouches d'extraction circulaires de diamètre extérieur 110 mm. La table de travail a été équipée d'un confinement en plexiglas dont la partie supérieure est amovible pour permettre l'accès lors du nettoyage de la table et du changement des films. Les dimensions de la surface ouverte pour le passage des mains sont de 1,35 m de long sur 0,20 m de hauteur.

L'apport d'air de compensation n'est pas contrôlé et a lieu par les fuites du bâtiment.

### Résultats

Les mesures de vitesses d'air ont été réalisées au niveau du point d'émission des polluants. Ces vitesses d'air (entre 0,15 et 0,35 m/s selon les postes) sont faibles en regard des 0,5 m/s préconisés pour ce type d'installation. Cependant, ce principe de dispositif enveloppant est intéressant.

Par ailleurs, la mise en place d'une compensation d'air contrôlée permettrait certainement d'améliorer les performances.

## Dossier technique 3

### Container à déchets ventilé en sérigraphie

#### Objectif

Ventilation d'un container à déchets dans un atelier de sérigraphie.

#### Poste de travail

Le container à déchets est muni de roulettes. Il est fermé par un couvercle sur charnière. La partie avant est amovible et permet le stockage des déchets issus de l'activité de l'atelier de sérigraphie: bidons de peinture, chiffons imbibés de solvants...

#### Description du système de ventilation

Le container est relié à un extracteur par un conduit galvanisé équipé d'un joint permettant l'étanchéité entre le conduit d'extraction et la poubelle. L'air vicié est rejeté à l'extérieur des bâtiments.

Le principe de ventilation est la mise en dépression de l'enceinte par extraction d'air de débit nominal avoisinant les 150 m<sup>3</sup>/h ; l'apport d'air dans l'enceinte étant assuré par les fuites (ouvertures de surface cumulée égale à environ 23 cm<sup>2</sup>).

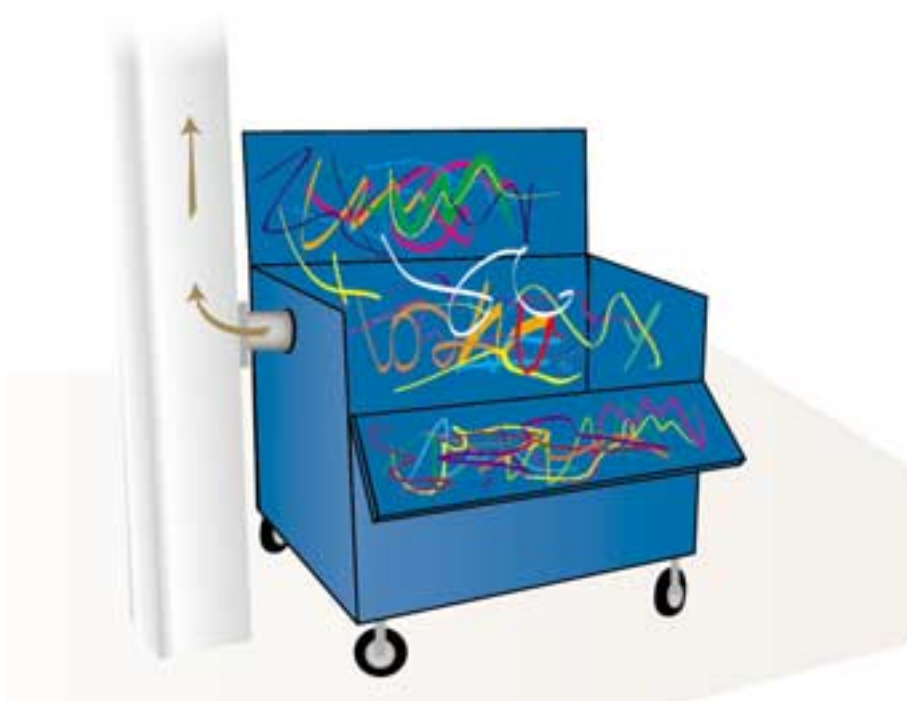
#### Résultats

La moyenne des vitesses mesurées au niveau des ouvertures est de l'ordre de 1,16 m/s. La vitesse d'air mesurée dans le conduit de diamètre 100 mm est de 2,78 m/s. Soit un débit calculé de l'ordre de 80 m<sup>3</sup>/h et un renouvellement d'air de

l'ordre de 100 volumes par heure dans l'enceinte.

Les vapeurs émises au niveau des ouvertures sont captées.

Le niveau sonore à 1 m de la poubelle, couvercle fermé, est de 63 dB(A).



Container à déchet ventilés.

# Dossier technique 4

## Bacs de trempage d'outils encreurs

### Objectif

Ventilation de deux bacs de trempage d'outils d'impression sur film plastique.

### Poste de travail

Le nettoyage des éléments d'impression est réalisé dans un local annexe, séparé de l'atelier principal par une porte automatique.

Le nettoyage comporte une phase de trempage effectuée dans l'un des deux bacs ouverts contenant un mélange d'acétate d'éthyle et d'alcool isopropylique. Le trempage, qui peut durer quelques dizaines de minutes est suivi d'une phase de brossage manuel. En complément est prévu un bac de trempage capoté pour les gros objets (pompes).

Les cuves ouvertes de solvants ont une surface de  $0,75 \text{ m}^2$  (longueur:  $1,5 \text{ m}$ , largeur:  $0,5 \text{ m}$ ).

### Description du système de ventilation

L'air neuf est pris au-dessus du toit et introduit dans le local en partie haute par une gaine d'une longueur de  $7,25 \text{ m}$  et de diamètre de  $0,5 \text{ m}$ , munie d'une fente obturée par un matériau diffusant sur toute la longueur. Le flux d'air neuf est introduit avec un angle de  $50^\circ$  par rapport à la verticale. Le débit de  $3000 \text{ m}^3/\text{h}$  permet d'assurer une vitesse

de soufflage acceptable dans la zone d'évolution du personnel (vitesse d'air inférieure à  $0,3 \text{ m/s}$  de manière à ne pas entraîner d'inconfort thermique).

L'extraction de la ventilation générale s'effectue par 4 bouches disposées en partie basse du local (à  $0,1 \text{ m}$  du sol) sur les parois opposées à la gaine. Les bouches ont une dimension de  $0,4 \text{ m}$  sur  $0,07 \text{ m}$ . Le débit extrait par ces bouches est de  $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ , ce qui correspond à une vitesse d'extraction voisine de  $3 \text{ m/s}$ .

Les deux bacs ouverts de trempage sont équipés de cloisons verticales, disposées sur 3 des 4 cotés (1 sur la longueur et 2 sur la largeur), prolongées par un arrondi permettant un enveloppement de la zone d'émission et une

canalisation des vapeurs lors du brossage de pièces par exemple. Ces parois permettent également de protéger le dispositif de captage des courants d'air perturbateurs. Le captage localisé est constitué de fentes d'aspiration disposées sur ces parois enveloppantes. Un débit de  $650 \text{ m}^3/\text{h}$  est extrait sur chaque bac de trempage au moyen de fentes d'aspiration, d'une largeur de  $8,5 \text{ mm}$  et d'une surface d'ouverture avoisinant  $0,07 \text{ m}^2$ , soit une vitesse à l'ouverture de la fente d'aspiration d'environ  $2,6 \text{ m/s}$ .

Par ailleurs, un débit d'aspiration de  $500 \text{ m}^3/\text{h}$  est établi au niveau du bac prévu spécifiquement pour le nettoyage des gros objets (pompes notamment). Il reste fermé pendant les opérations.



Plan de l'installation de l'atelier de nettoyage.

# Dossier technique 5

## Aménagement d'un poste de préparation d'encres et de nettoyage

### Objectif

Ventilation d'un poste de préparation d'encres et de nettoyage des outils encrurs.

### Poste de travail

Le poste de préparation d'encres et de nettoyage des outils encrurs et encrurs se situe dans un vaste atelier de tampographie sur stylo, au plus près de l'utilisation.

Les solvants utilisés sont composés principalement d'acétate de butyle pour la dilution des encres et d'un mélange de solvants organiques dont des distillats de pétrole pour le nettoyage.

La préparation des encres se fait manuellement en mélangeant 25g de peinture et 5g de diluant, elle dure envi-



© CRAM Rhône-Alpes

ron 20 minutes et est réalisée 2 fois par poste (de 7 heures). Le nettoyage se fait en grattant les encrurs à sec avec un chiffon, puis par trempage dans un bac à ultrason ; la finition est réalisée avec un chiffon imbibé de solvant.

Les conduites de gros diamètres sont équipées de soufflets de dilatation et chaque jonction de tuyauterie est munie de tresses équipotentielles.

### Résultats

Vitesses en façade du dispositif :

- poubelle : 0,5 m/s
- table de nettoyage : les résultats obtenus sont donnés dans l'illustration ci-dessous. Chaque point représente l'emplacement où a été effectuée la mesure.

La vitesse de captage est en tout point supérieure à 0,5 m/s ; les tests au fumi-gène confirment un captage efficace ; les plaintes des salariés (odeurs d'acétate de butyle persistantes) ont cessé.



© CRAM Rhône-Alpes

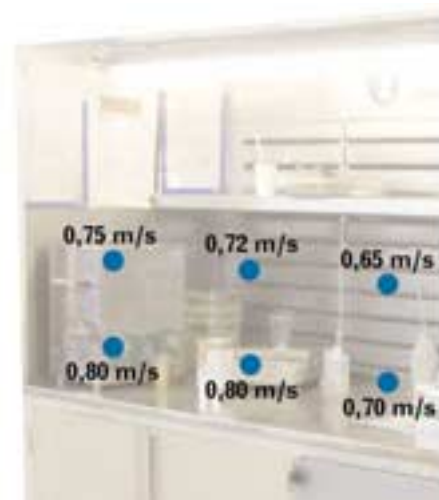


© CRAM Rhône-Alpes

### Description du système de ventilation

Le captage a été réalisé sur la table existante. Il consiste en un dossier aspirant en fond de table et un encoffrement en acier galvanisé. La partie inférieure du meuble, où sont stockés le réceptacle des encres usagées et les bidons de solvant propre, est mise en dépression. Une aspiration de la poubelle à chiffons sales a été réalisée par la mise en place d'un carénage, à droite de la table, sous lequel la poubelle est positionnée ouverte en permanence

Il existe un système de contrôle de la ventilation par différence de pression. En cas de défaillance, une mise en sécurité se déclenche, avec activation d'une alarme et extinction de l'éclairage. De plus, afin d'éviter tout risque d'inflammation, l'allumage de l'éclairage est temporisé et n'intervient qu'après la mise en route de la ventilation.



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  
CS 10392  
67010 Strasbourg cedex  
tél. 03 88 14 33 00  
fax 03 88 23 54 13  
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr  
www.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 88 14 33 02  
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  
www.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 Xaintrailles  
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  
cirp@cram-centreouest.fr  
www.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 55  
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-norddest.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  
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, 28 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, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9  
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 GUIDES PRATIQUES DE VENTILATION

0. Principes généraux de ventilation	ED 695
1. L'assainissement de l'air des locaux de travail	ED 657
2. Ventilation des cuves et baignoires de traitement de surface	ED 651
3. Mise en œuvre manuelle des polyester stratifiés	ED 665
4. Postes de décochage en fonderie	ED 662
5. Ateliers d'encollage de petits objets (chaussures)	ED 672
6. Captage et traitement des aérosols de fluides de coupe	ED 972
7. Opérations de soudage à l'arc et de coupage	ED 668
8. Espaces confinés	ED 703
9. 1. Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides	ED 839
9. 2. Cabines d'application par projection de peintures en poudre	ED 928
9. 3. Pulvérisation de produits liquides. Objets lourds ou encombrants	ED 906
10. Le dossier d'installation de ventilation	ED 6008
11. Sérigraphie	ED 6001
12. Deuxième transformation du bois	ED 750
13. Fabrication des accumulateurs au plomb	ED 746
14. Décapage, dessablage, dépolissage au jet libre en cabine	ED 768
15. Réparation des radiateurs automobiles	ED 752
16. Ateliers de fabrication de prothèses dentaires	ED 760
17. Emploi des matériaux pulvérulents	ED 767
18. Sorbonnes de laboratoire	ED 795
19. Usines de dépollution des eaux résiduaires et ouvrages d'assainissement	ED 820
20. Postes d'utilisation manuelle de solvants	ED 6049



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](http://www.inrs.fr) • e-mail : [info@inrs.fr](mailto:info@inrs.fr)

**Édition INRS ED 6049**

1<sup>re</sup> édition • mars 2009 • 3 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1763-8 • impression groupe Corlet S.A.

