

Postes d'utilisation manuelle de solvants

ED 6049

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

pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée en 1947 sous l'égide de la Caisse nationale d'assurance maladie, administrée par un Conseil paritaire (employeurs et salariés).

De l'acquisition de connaissances jusqu'à leur diffusion, en passant par leur transformation en solutions pratiques, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention dans les entreprises et proposer des outils adaptés à la diversité des risques professionnels à tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, services de prévention et de santé au travail, instances représentatives du personnel, salariés...

Toutes les publications de l'INRS sont disponibles en téléchargement sur le site de l'INRS : www.inrs.fr

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS) de l'Assurance maladie - Risques professionnels, disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé notamment 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, ces professionnels sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation.

Les caisses assurent aussi la diffusion des publications éditées par l'INRS auprès des entreprises.

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 € (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2025.

Édition : Katia Bourdelet (INRS)

Conception graphique : Eva Minem (INRS)

Schémas : Atelier Causse

Mise en pages : Valérie Latchague (INRS)



Guide pratique de ventilation

Postes d'utilisation manuelle de solvants

ED 6049 |
Novembre 2025

Brochure INRS mise à jour par C. Fonteneau

Sommaire

Introduction	5
1 Solvants organiques	6
1.1 Généralités	6
1.2 Dangers des solvants	6
1.3 Exposition professionnelle	9
2 Réglementation	11
2.1 Aération et assainissement	11
2.2 Prévention du risque chimique	11
2.3 Réglementation Atex	12
3 Démarche de prévention	13
3.1 Réduction des émissions	13
3.2 Systèmes de ventilation	15
4 Dispositifs de captage localisé	17
4.1 Dispositifs associés à des couvercles	17
4.2 Cabines ouvertes ventilées	18
4.3 Dispositifs enveloppants	18
4.4 Dispositifs latéraux d'aspiration	18
4.5 Hottes	19
5 Apport d'air de compensation	20
6 Transport des polluants et traitement de l'air extrait	22
6.1 Réseau de transport	22
6.2 Bruit	22
6.3 Rejets	23

7	Contrôle et maintenance d'une installation de ventilation	24
7.1	Réception de l'installation	24
7.2	Maintenance de l'installation	25
7.3	Contrôles périodiques	25
8	Dossiers techniques	26
8.1	Container à déchets ventilé en sérigraphie	26
8.2	Poste de rénovation de films	27
8.3	Poste de mélange des teintes	28
8.4	Bacs de trempage d'outils encres	29
8.5	Aménagement d'un poste de préparation d'encres et de nettoyage	30
	Bibliographie	31





Introduction

Ce document apporte des réponses pragmatiques 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 la suppression ou la diminution des émissions de polluants dans l'air des lieux de travail : substitution des produits, modification du procédé, captage des polluants au plus près de leur source d'émission... en vue d'obtenir des concentrations en polluants les plus faibles possible.

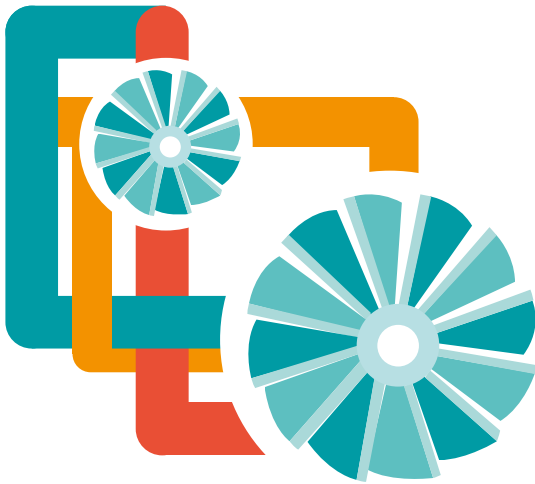
Les solutions de ventilation proposées constituent des moyens minimaux permettant d'atteindre cet objectif dans la majorité des cas sur la base des connaissances actuelles et sous réserve que l'ensemble des sources de pollution soit traité. En présence de procédés ou de circonstances particulières, des 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 ou de produit : outils d'application de peinture ou d'encre, rouleaux d'impression, traces de feutre ou de colle, pièces automobiles, instruments médicaux, verrerie de laboratoire...

De fortes expositions peuvent également survenir lors de la préparation de mélanges ou de la dilution de peinture, par exemple lors de phases préparatoires pour les produits utilisés en coiffure, en esthétique ou en développement de photos, lors de la prise d'échantillons sur un réacteur ou encore lors de reconditionnement 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 pièces s'avèrent être de dimensions très différentes et les produits utilisés sont très diversifiés.



1. 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, lipophiles ou encore amphiphiles.

Ce guide traite essentiellement de l'utilisation manuelle de solvants organiques (composés du carbone). Ces solvants peuvent être classés en neuf familles. Les plus utilisés sont les alcools (isopropanol), 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 mis en œuvre dans l'industrie chimique, mais également dans des

secteurs extrêmement variés tels que l'industrie du nettoyage (teinturerie, nettoyage des sols...), la plasturgie, la métallurgie (traitement de surface, dégraissage des métaux), l'agro-alimentaire ou la pharmacie (extraction des huiles), l'agriculture (solvants de pesticides), le bâtiment (utilisation de peintures, colles)...

1.2 Dangers des solvants

Il n'existe pas de produit inoffensif : tout solvant possède des caractéristiques propres de danger (toxicité, inflammabilité, écotoxicité...).

Dangers toxicologiques

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 à des vapeurs de solvant sont caractérisés par des picotements aux yeux, des irritations du nez et de la gorge. À plus forte concentration, la personne exposée peut éprouver 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. D'autres tableaux (n° 3, 4, 4bis...) permettent une reconnaissance de maladies professionnelles lors de l'utilisation de solvants particuliers (tétrachloroéthane, benzène, toluène, xylène...) [1].

Pour connaître le danger des solvants manipulés, on peut se référer à leur classification au titre

du règlement européen CLP¹ [2]. Ce règlement a pour objectif de communiquer au niveau européen sur les dangers des substances chimiques et des mélanges, via la classification et l'étiquetage, pour informer les consommateurs et les travailleurs sur les dangers des produits chimiques. Ces informations sont mentionnées sur des documents réglementaires comme :

- Les étiquettes : chaque emballage contenant des produits dangereux doit posséder un étiquetage réglementaire comprenant le ou les pictogrammes de danger (voir figure 1), une mention d'avertissement, des mentions de danger ainsi que des conseils de prudence.
- Les fiches de données de sécurité [3] (FDS) : elles sont obligatoires pour toute substance ou préparation dangereuse. Elles doivent être fournies dans la langue du pays où le produit est utilisé. Elles précisent les risques liés à l'utilisation et viennent en complément de l'étiquetage. Elles sont transmises par le fournisseur à l'employeur qui les adresse au médecin du travail. À partir des éléments contenus dans la FDS et de la connaissance de l'activité, l'employeur rédige la notice de poste (également dénommée fiche de poste) qu'il doit établir pour chaque poste de travail où un salarié est amené à utiliser des produits chimiques dangereux.

Incendie et explosion

À l'exception de 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.

Le classement des produits inflammables par le règlement CLP est établi suivant deux critères : le point d'éclair et le point d'ébullition (voir tableau 1). 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



■ Figure 1 : Pictogrammes CLP

1. Règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.

étincelle. Plus le point d'éclair est bas, plus le risque d'inflammation est important. Pour le point d'ébullition, qui correspond à la température de passage de la substance de l'état liquide à l'état gazeux à la pression atmosphérique, plus il est bas, plus les vapeurs vont se former à basse température, augmentant ainsi l'inflammabilité de la substance.

Les solvants de point d'éclair supérieur à 60 °C (appelés couramment solvants A3) ne sont pas classés comme inflammables au titre du règlement CLP mais demeurent néanmoins combustibles. Il faut donc s'assurer que le point d'éclair du solvant choisi est supérieur de plus de 30 °C à la température maximale d'utilisation.

■ Attention aux mélanges

Les solvants pétroliers proposés en mélange avec des hydrocarbures halogénés ne sont généralement pas étiquetés inflammables. En effet, la présence de solvant halogéné dans un mélange permet d'augmenter fortement le point d'éclair. 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 mention additionnelle de danger EUH018 « Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur/air inflammable/explosif » ainsi que les éléments d'étiquetage additionnels EUH209 « Peut devenir facilement inflammable en cours d'utilisation » ou EUH209A « Peut devenir inflammable en cours d'utilisation ».

Instabilité ou incompatibilité

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

- dégradation du solvant lors de son stockage (problème de compatibilité avec le matériau) ou de son transport ; en particulier, il peut se produire une formation de peroxydes explosifs à partir

Tableau 1 : Critères applicables aux liquides inflammables pour la classification selon le règlement CLP [2]

Catégories de danger de la classe liquide inflammable	Critères
Catégorie 1	Le point d'éclair est < 23 °C et le point initial d'ébullition est ≤ 35 °C.
Catégorie 2	Le point d'éclair est < 23 °C et le point initial d'ébullition est > 35 °C.
Catégorie 3	Le point d'éclair est ≥ 23 °C et ≤ 60 °C.

de certains composés oxygénés en présence de lumière [4],

- dégradation du solvant lors de son utilisation sous l'action de la température par exemple,
- mélange accidentel avec des produits incompatibles [5].

Dangers pour l'environnement

L'utilisation et l'élimination des solvants 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.

■ La réglementation pour la protection de l'environnement

- Le principal texte réglementaire portant sur la protection de la couche d'ozone est le règlement européen (UE) 2024/590 du 7 février 2024 relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. Il précise notamment l'interdiction de production et d'importation de certains solvants halogénés.
- La directive européenne 2010/75/UE relative aux émissions industrielles prévoit des dispositions spéciales applicables aux composés organiques volatils (COV) que l'on retrouve dans la réglementation des Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

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.

1.3 Exposition professionnelle

Pour évaluer les risques liés à l'utilisation de solvants, connaître leurs dangers ne suffit pas. Il faut également apprécier les situations d'exposition. En particulier, il est important de connaître les quantités mises en œuvre, la fréquence d'utilisation et le mode opératoire. Il convient d'établir une analyse critique de l'ensemble de la chaîne d'utilisation du solvant afin de déterminer les postes à risque d'exposition : transvasement, stockage...

L'exposition peut être active (utilisation d'un solvant) ou passive (travail dans une atmosphère polluée). L'exposition aux solvants peut s'opérer :

- par 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.

L'action d'un solvant sur le corps humain diffère selon les modes d'exposition et il est possible de distinguer :

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

Pour évaluer le risque d'exposition par inhalation, la volatilité du solvant doit être prise en compte. Elle 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. Au sens de la réglementation européenne, les solvants organiques dont la tension de vapeur est supérieure à 10 Pa à 20 °C sont

considérés comme des composés organiques volatils (COV). Cette classification ne tient pas compte de la température d'utilisation du produit.

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'exposition par voie cutanée et par ingestion doit néanmoins être prise en compte.

Afin d'estimer le niveau réel de l'exposition des travailleurs, des mesures atmosphériques ou des dosages biologiques des polluants peuvent être réalisés. Les résultats des mesures atmosphériques peuvent être comparés aux valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP). Ces valeurs sont des repères chiffrés qui doivent être considérés comme des objectifs minimaux [6].

■ Valeurs limites d'exposition professionnelle

Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) désignent les seuils de concentration qui ne doivent jamais être dépassés dans l'air inhalé par un travailleur sur une période de référence. Elles découlent notamment des données scientifiques et techniques actuelles dont disposent les spécialistes sur la toxicité des polluants. En raison de l'évolution permanente de l'état des connaissances scientifiques, elles ne sauraient garantir l'absence de développement d'une pathologie. Ces VLEP constituent donc un objectif minimal.

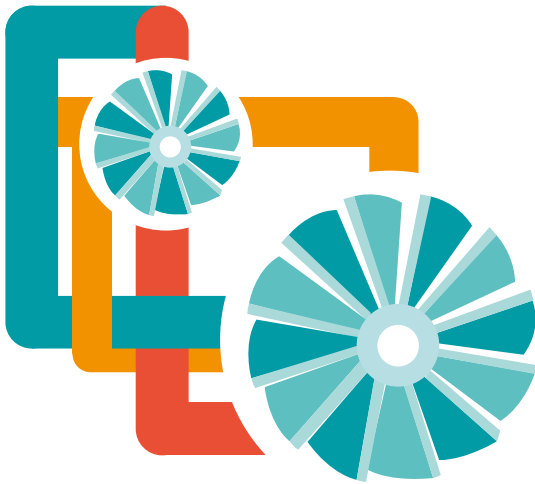
Il existe en France deux types de VLEP : les valeurs limites d'exposition à court terme mesurées sur une durée maximale de 15 minutes (VLEP-CT) et les valeurs limites d'exposition estimées sur la durée d'un poste de travail de 8 heures (VLEP-8 h). S'il n'existe pas de valeur limite française pour un polluant donné, il est d'usage de se référer aux valeurs recommandées aux États-Unis (par l'ACGIH*) ou en Allemagne (par la commission MAK**) si elles existent.

* American Conference of Governmental Industrial Hygienists

** MAK Commission : Commission mandatée par la German Research Foundation (DFG) pour déterminer les risques pour la santé posés par des substances ou matériaux utilisés sur les lieux de travail et conseiller les pouvoirs publics à leur sujet.

■ **Prise en compte du risque d'incendie et d'explosion**

Pour l'évaluation du risque d'incendie et d'explosion, il convient d'étudier la possibilité de formation d'une atmosphère explosive (Atex) [7]. Pour cela, les concentrations atmosphériques des solvants sont comparées à leurs limites d'explosivité respectives. La limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE) sont les bornes du domaine de concentration pour lequel le mélange d'un gaz (ou de vapeurs d'un liquide inflammable) avec l'air est explosif en présence d'une source d'ignition. Ces valeurs s'expriment en pourcentage volumique dans l'air. Pour éviter la formation d'une Atex, la concentration en solvant doit être la plus basse possible et au moins inférieure à 10 % de la LIE, lorsque des salariés sont présents dans le local.



2. Réglementation

Au-delà des dispositions générales applicables à toute démarche de prévention et imposant à l'employeur de prendre les mesures nécessaires afin de préserver la santé et la sécurité des salariés, des dispositions spécifiques sont prévues concernant l'aération et l'assainissement de l'atmosphère des lieux de travail [8], ainsi que la prévention du risque chimique [9] et du risque Atex [7].

2.1 Aération et assainissement

Les locaux où sont utilisés des solvants sont des « locaux à pollution spécifique² » ce qui induit pour l'employeur l'obligation de supprimer les émissions et, à défaut, de capter les vapeurs au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible, notamment en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants de l'air ainsi que des mouvements de l'air.

2. Locaux dans lesquels des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, vapeurs, aérosols solides ou liquides autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine, ainsi que les locaux pouvant contenir des sources de micro-organismes potentiellement pathogènes et locaux sanitaires (article R. 4222-3 du Code du travail).

Des dispositions portant notamment sur les caractéristiques, l'entretien et les contrôles périodiques des installations d'aération et d'assainissement sont prévues.

2.2 Prévention du risque chimique

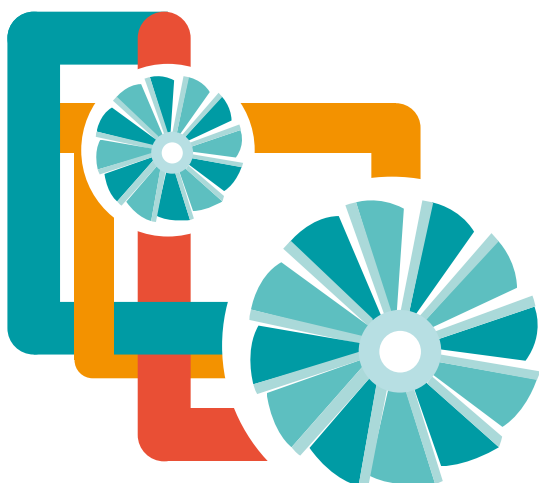
Les règles générales de prévention du risque chimique doivent être appliquées.

Des règles renforcées de prévention doivent également être mises en œuvre lors de toute opération exposant à un agent cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction (CMR) de catégorie 1A ou 1B selon le règlement CLP, ou à des substances, mélanges ou procédés définis comme cancérigènes par l'arrêté du 26 octobre 2020.

La mesure prioritaire est la substitution. Quand elle n'est pas applicable, la recherche du niveau d'exposition le plus bas possible s'impose, en donnant la priorité aux mesures de protection collective.

2.3 Réglementation Atex

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 articles R. 4227-42 à R. 4227-54 du Code du travail.



3. Démarche de prévention

L'employeur doit, en premier lieu, évaluer les risques générés par les activités où des solvants organiques sont utilisés ou émis. Lorsque l'évaluation a révélé un risque, les règles générales de prévention du risque chimique consistent à

supprimer le risque ou, si ce n'est pas possible, à réduire au minimum l'exposition.

Les principes à appliquer sont, dans l'ordre hiérarchique, les suivants :

1. La substitution de l'agent chimique dangereux par un procédé de travail ou un agent chimique non dangereux ou moins dangereux.
2. La réduction des émissions d'agents chimiques dangereux.
3. Le captage à la source des polluants avec rejet à l'extérieur après filtration.
4. La mise en place d'une ventilation générale en complément de la ventilation locale.
5. La mise en œuvre d'équipements de protection individuelle.

■ Règles élémentaires de prévention en cas d'utilisation manuelle de solvants

- Encoffrer le poste de travail et capter les vapeurs au plus près de leur point d'émission.
- Travailler en atmosphère ventilée.
- Porter des gants adaptés [10].
- Refermer les emballages et les contenants après usage.
- Respecter les règles de stockage et d'étiquetage (reconditionnement).
- Limiter les quantités stockées et utilisées.
- Placer les déchets (chiffons et papiers 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 (NF T73-101, NF T73-102) [11].
- Respecter les consignes d'hygiène : ne pas manger ni boire sur les lieux de travail, se laver les mains après utilisation.

3.1 Réduction des émissions

Choix des produits

Il s'agit de privilégier au maximum les produits les moins dangereux. Il faut en particulier proscrire les produits cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégorie 1A, 1B et 2. Il en est de même pour les produits classés très toxiques ou toxiques. Ils doivent

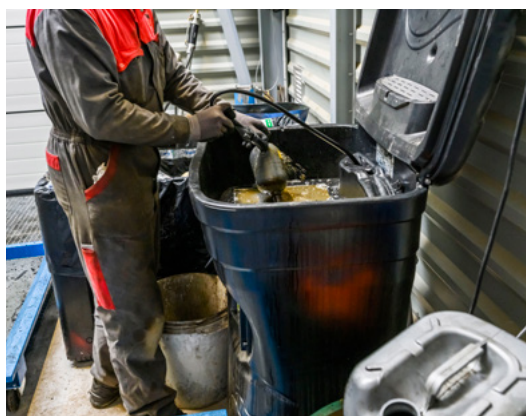
être remplacés par des produits ou des procédés moins dangereux. Le choix se portera sur les solvants les moins nocifs, les moins volatils (tension de vapeur la plus faible) et les moins inflammables.

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 « Substitution des agents chimiques dangereux » [12] propose une démarche et les fiches FAS (« Fiche d'aide à la substitution »), disponibles sur le site internet de l'INRS, décrivent les possibilités de substitution d'agents cancérigènes [13].

Pour les opérations de nettoyage ou de dégraissage, les solutions lessiviellles (voir encadré suivant) sont privilégiées lors du choix des produits [14, 15]. Même si ce procédé entraîne certaines contraintes techniques (séchage de la pièce après traitement, mise en œuvre de volumes importants de bains qu'il faut traiter avant rejet), il présente moins de risques pour la santé des salariés. Ces risques sont essentiellement liés au caractère corrosif ou irritant des produits lors de projections de produits concentrés (préparation des bains). Si le bain est chauffé à des températures supérieures à 60 °C, des aérosols alcalins, irritants pour les voies respiratoires, vont également être émis.

Les fontaines de biodégradation des graisses [16] constituent également une alternative intéressante aux solvants organiques pour le dégraissage. Des bactéries connues pour leur capacité à dégrader les graisses sont ensemencées dans une solution aqueuse de tensio-actif. Ce mélange est placé dans une cuve oxygénée et maintenu à une température favorable aux micro-organismes. Lors de l'utilisation de la fontaine, le mélange est aspiré dans un tuyau aboutissant à une brosse. La graisse tombe ensuite dans la cuve où elle est dégradée par les micro-organismes. Cette technologie peut cependant présenter des risques biologiques qu'il convient d'évaluer afin de mettre en place les mesures de prévention nécessaires [17].

Des solvants organiques, non inflammables et peu toxiques, sont également disponibles sur le marché. Il s'agit par exemple d'esters méthyliques d'acides dicarboxyliques (mélange d'adipate de



© G. Kerbaol - INRS/2021

■ Figure 2 : Fontaine de dégraissage sans solvant

■ Les solutions lessiviellles

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 efficaces 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 les 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 être réalisée également à la lance avec de la lessive seule ou par projection mixte de vapeur et de lessive sous 30 ou 40 bars.



© F. Dimier/INRS/2019

■ Figure 3 : Station de dosage de solvant avec pompes pneumatiques (système clos automatisé)

diméthyle, de glutarate de diméthyle et de succinate de diméthyle), de carbonate de propylène, de diméthylsulfoxyde ...

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 de manipuler les solvants en vase clos ou en circuit fermé. En particulier, les solvants les plus dangereux et les produits les plus inflammables doivent être utilisés dans des machines spécifiques.

Si l'utilisation manuelle de solvants s'avère incontournable, une attention particulière doit être portée 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 s'effectuent également de préférence par pompage (voir figure 3).

Implantation des postes de travail

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

Le stockage de solvants, qu'ils soient neufs ou déjà utilisés, doit être prévu dans un local spécifique, ventilé en permanence. La quantité de solvant disponible au poste de travail doit correspondre à celle consommée en une journée de travail tout au plus. Les solvants doivent être stockés dans des récipients adaptés et fermés hermétiquement.

3.2 Systèmes 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.

Les techniques de ventilation à mettre en œuvre en priorité sont la ventilation par captage localisé et, en complément, la ventilation générale [18,19]. La concentration en polluants dans l'atmosphère du poste de travail doit être maintenue à un niveau aussi faible que possible et en deçà des valeurs limites d'exposition professionnelle.

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 peut être valablement assurée que si l'ensemble des sources de pollution sont traitées.

La ventilation par aspiration localisée doit toujours être retenue en priorité et en particulier

chaque fois que des produits dangereux sont utilisés ou émis.

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 afin de les amener à des valeurs aussi faibles que possible. La ventilation générale est utilisée en complément du 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.

■ Les équipements de protection individuelle (EPI)

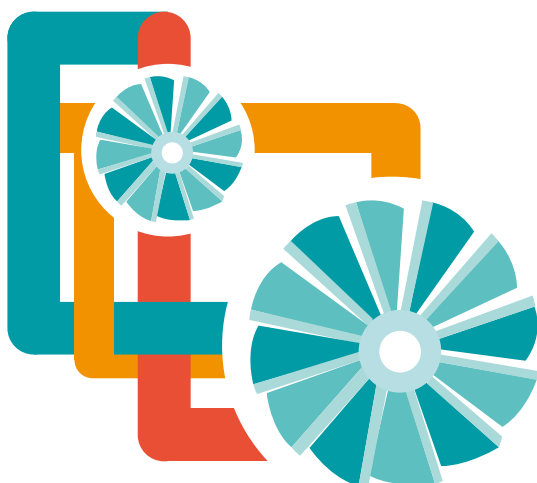
La protection individuelle ne peut être envisagée que lorsque toutes les autres mesures s'avèrent insuffisantes ou impossibles à mettre en œuvre. La mise en place de mesures de protection collective est toujours préférable.

Dans certains cas, des appareils de protection respiratoire (APR) peuvent être nécessaires lors de phases particulièrement polluantes. L'APR est choisi en fonction des solvants utilisés et de l'exposition [20].

Des gants adaptés doivent être impérativement portés pour toutes les phases de travail entraînant un contact cutané avec les solvants. Là encore, les gants sont choisis en fonction du solvant utilisé et du procédé (temps de contact, besoin de dextérité...) [10, 21].

■ 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 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.
3. Placer le dispositif d'aspiration de manière 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'entrée d'air neuf, après traitement si nécessaire.



4. Dispositifs de captage localisé

La diversité des situations de travail où des solvants sont utilisés manuellement multiplie les types de dispositifs de captage à la source possibles. 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 solvants (fûts des fontaines, bacs d'immersion, pots de mélange...) mais aussi les pièces sortant de ces bacs ou utilisées pour le nettoyage ou l'activité manuelle. En effet, ces pièces présentent une surface qui, avant séchage, constitue une source importante d'émissions de solvants. Leur confinement doit donc être maintenu tout au long de leur trajet dans l'atelier.

Les dispositifs de captage doivent être choisis 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, conduits, épurateurs... compatible avec le local et la tâche à accomplir,
- 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 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 de captage. Les vitesses d'air théoriques permettent de calculer les débits nécessaires au captage.

4.1 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.

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 tout le contour 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 :

$$Q = V \cdot S$$

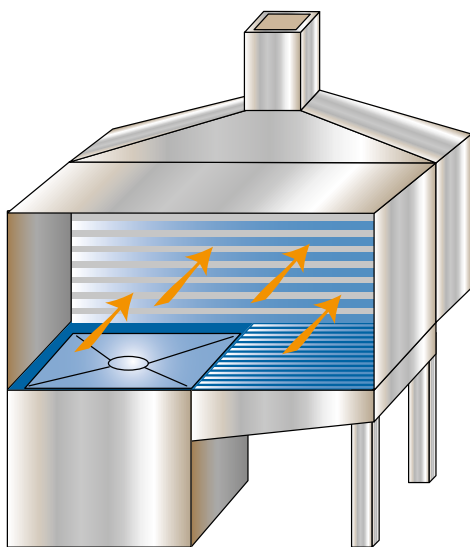
Q : débit d'aspiration en m³/s

S : surface totale des ouvertures en m²

V : vitesse moyenne aux ouvertures en m/s

4.2 Cabines ouvertes ventilées

Un capotage permet de confiner la zone d'émission des solvants (voir figure 4). Le recours à ce



■ Figure 4 : Fontaine et zone d'égouttage placées dans une cabine ouverte ventilée

type de dispositif est d'autant plus important que l'émission de solvant 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 document « Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides » [22].

4.3 Dispositifs enveloppants

En réduisant la surface d'ouverture d'une cabine ouverte telle que celle présentée au paragraphe précédent, il est possible de limiter le volume à ventiler. Les dispositifs de captage dits « enveloppants » proposent une meilleure efficacité de captage pour des débits d'air modérés et une plus faible exposition de 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 cas par cas, en fonction de la tâche à effectuer. Un exemple de ce dispositif est présenté dans le dossier technique 8.2 « Poste de rénovation des films ».

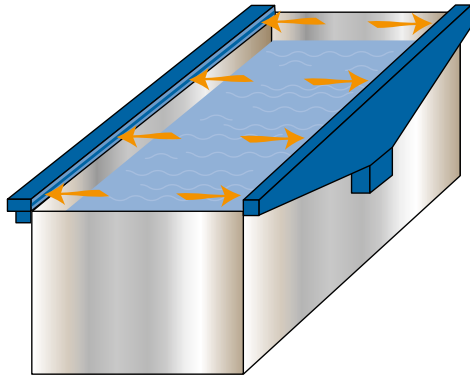
4.4 Dispositifs latéraux d'aspiration

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 (voir figures 5, 6 et 7 page suivante).

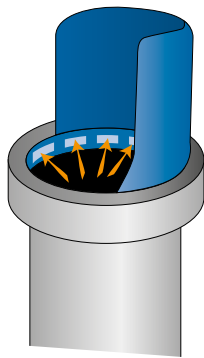
La conception de ce type d'aspiration doit tenir compte :

- 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.



■ Figure 5 : Bac de dégraissage ventilé par aspirations latérales



■ Figure 6 : Bidon muni d'un anneau circulaire

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, au milieu du 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.

4.5 Hottes

Une hotte est un dispositif d'aspiration placé au-dessus de la zone de travail. De nombreux inconvénients limitent 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 la performance aérodynamique d'une hotte, des lamelles en plastique souple peuvent être ajoutées sur les côtés.

La hotte n'est pas utilisable en cas d'émissions de produits classés CMR, sensibilisants respiratoires, toxiques, très toxiques...

Deux lèvres aspirantes avec dossier

$$Q = 1,6 \times L \times D \times V$$

$$QT = 2 \times Q$$

$$= 2 \times 1,6 \times 1,5 \times 0,5 \times 0,25$$

$$= 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 2\,160 \text{ m}^3/\text{h}$$

Deux lèvres aspirantes

$$Q = 2,8 \times L \times D \times V$$

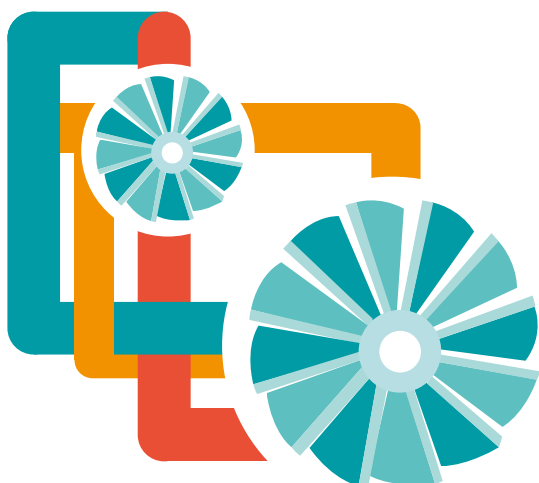
$$QT = 2 \times Q$$

$$= 2 \times 2,8 \times 1,5 \times 0,5 \times 0,25$$

$$= 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 3\,780 \text{ m}^3/\text{h}$$

■ Figure 7 : Exemple de calculs de débit d'aspiration



5. Apport d'air de compensation

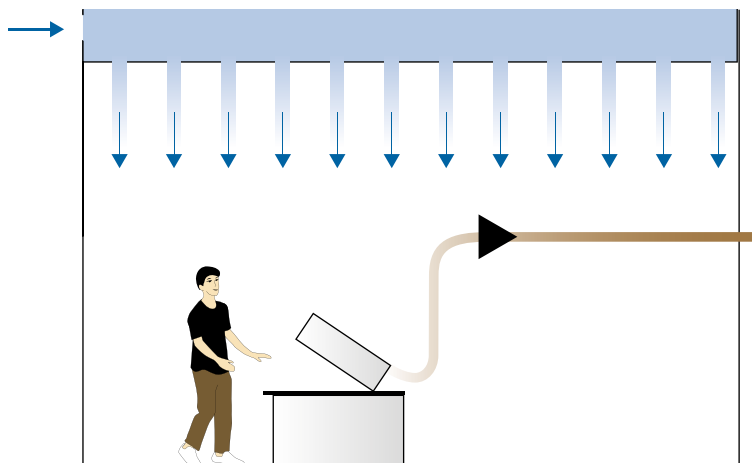
L'air extrait par les systèmes de ventilation doit être compensé par des apports équivalents d'air neuf, notamment pour :

- assurer l'efficacité des systèmes de ventilation ou de captage à la source : un manque d'air de compensation produit une mise en dépression des locaux qui contribue à la diminution des débits d'air extrait ;
- 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) ;
- éviter que l'air provenant des zones polluées ne soit entraîné vers des zones propres ;
- diminuer la résistance à l'ouverture ou à la fermeture des portes.

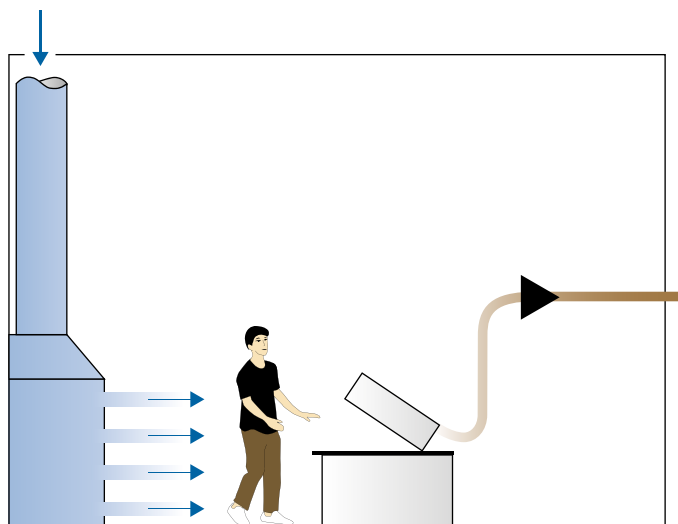
L'introduction de l'air de compensation doit être maîtrisée (voir figure 8 page suivante). L'introduction mécanique est à privilégier ; en effet, elle est la seule à permettre d'assurer le conditionnement de l'air introduit et sa distribution optimale dans le local.

Dans la plupart des cas, le débit de l'air introduit est égal au débit de tous les dispositifs d'extraction mis en place dans l'atelier. 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.

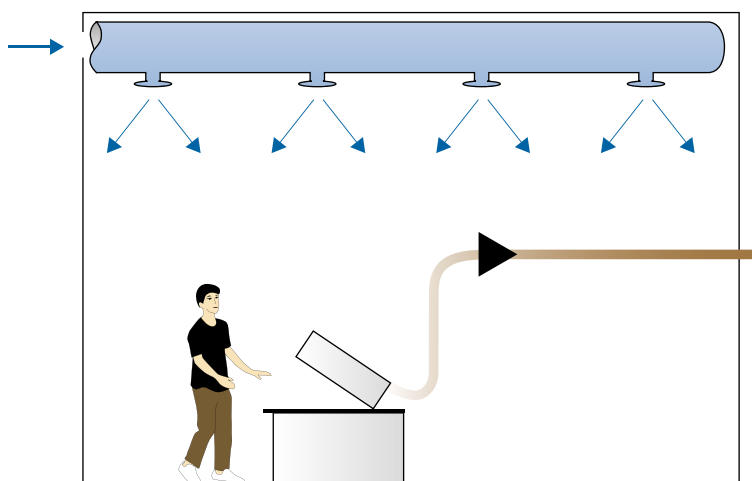
Il est nécessaire de distribuer l'air neuf dans l'atelier de façon à traverser d'abord la zone occupée par le personnel, puis les zones polluées. Une vitesse d'introduction d'air neuf la plus lente possible est privilégiée, de manière à assurer un confort maximal aux opérateurs et à limiter les perturbations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



Plafond perforé

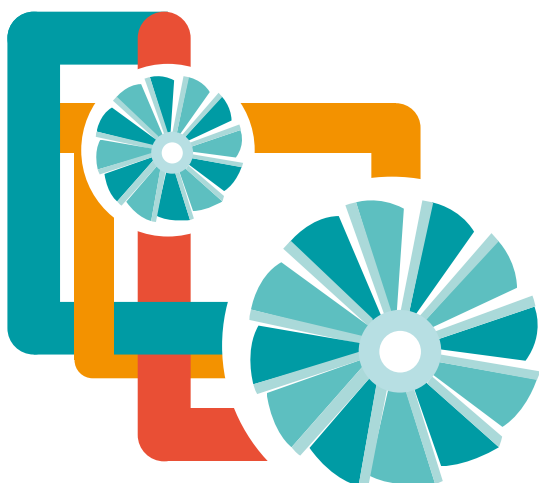


Caisson latéral



Diffuseur d'air au plafond

■ Figure 8 : Différents dispositifs d'introduction d'air de compensation



6. Transport des polluants et traitement de l'air extrait

6.1 Réseau de transport

Les vapeurs ou aérosols de solvants transportés dans les conduits de ventilation peuvent présenter des dangers pour l'homme et l'environnement, par exemple en cas de :

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

Il est donc recommandé de transporter dans des conduits séparés des produits différents qui, mélangés, peuvent 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

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 leurs résistances 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, revêtements, 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.

6.2 Bruit

L'écoulement d'air dans un réseau de ventilation est générateur de bruit (plus la vitesse de transport de l'air est élevée, plus le niveau sonore est important).

Afin de réduire le bruit, il est possible d'installer des silencieux en aval des postes de travail

et en amont du groupe d'aspiration. De même, il convient de choisir des bouches de forme conique afin de limiter le bruit provoqué par le passage de l'air.

Les extracteurs (turbines et ventilateurs), toujours générateurs de bruit, doivent être disposés dans une zone dédiée et isolée des locaux de travail et reliés au réseau par des manchons souples. Ce local technique peut également recevoir d'autres équipements de travail bruyants tels que les compresseurs d'air. Il doit être muni d'une ventilation générale qui permet sa mise en dépression par rapport aux autres locaux ainsi que l'évacuation des calories. En fonction de sa localisation, il peut s'avérer nécessaire de l'insonoriser.

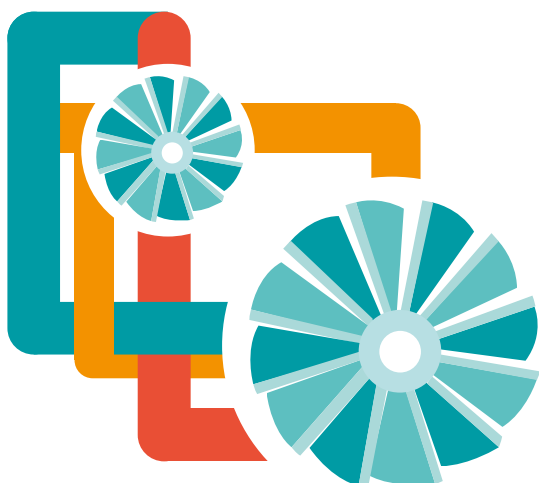
Le niveau sonore généré par l'installation de ventilation seule en fonctionnement ne doit pas excéder 75 dB(A) au poste de travail. Par ailleurs, l'expérience montre que certains dispositifs permettent d'atteindre un niveau sonore au poste de travail inférieur à 65 dB(A).

6.3 Rejets

Le procédé d'assainissement de l'air des locaux de travail offrant les meilleures garanties de sécurité est le rejet de l'air à l'extérieur. Le rejet doit s'effectuer à l'écart des zones d'entrée d'air neuf et des ouvrants du bâtiment. Il peut être accompagné d'une récupération d'énergie.

La plupart des industries à forte consommation de solvants doivent limiter leurs émissions de COV dans l'atmosphère (voir encadré p. 8). S'il est nécessaire de traiter l'air pollué avant rejet vers l'atmosphère, diverses techniques peuvent être envisagées [23].

Le recyclage de l'air après filtration est soumis à des conditions très restrictives limitant son domaine d'application (article R. 4222-14 du Code du travail) [8]. Le recyclage doit être pros- crit pour respecter les exigences de prévention.



7. Contrôle et maintenance d'une installation de ventilation

Pour maintenir son efficacité dans le temps, une installation de ventilation doit être correctement réceptionnée et régulièrement entretenue. Elle doit faire l'objet de contrôles périodiques [24].

L'installation doit, en outre, permettre d'accéder en toute sécurité à l'ensemble des éléments nécessitant une maintenance fréquente. Les matériels nécessitant un entretien régulier (ventilateurs, filtres, systèmes d'épuration...) sont 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 sont facilement accessibles et manœuvrables par les utilisateurs.

La réglementation impose au chef d'établissement la constitution et la mise à jour d'un dossier pour chaque installation de ventilation [8]. Ce dossier doit comporter, d'une part, la notice d'instructions incluant le descriptif de l'installation et les valeurs aérauliques de référence et, d'autre part, la consigne d'utilisation comprenant, en particulier, le dossier de maintenance (recueil des opérations d'entretien, résultats des contrôles périodiques...).

7.1 Réception de l'installation

Au plus tard un mois après sa mise en service, l'installation de ventilation doit être caractérisée par des valeurs aérauliques de référence qui seront mesurées dans les conditions nominales et minimales de fonctionnement. Celles-ci constituent les valeurs réputées satisfaisantes pour le bon fonctionnement de l'installation. Elles servent de base à l'entretien de l'installation et au contrôle de son efficacité. Pour les installations existantes, le dossier de valeurs aérauliques de référence peut être constitué à partir des résultats des premiers contrôles périodiques réalisés.

La description de l'installation et les valeurs aérauliques de référence doivent comporter les éléments suivants :

- les caractéristiques détaillées des éléments constituant l'installation (nombre de dispositifs de captage, caractéristiques du ou des ventilateurs, type et caractéristiques de l'introduction d'air...),
- les configurations dans lesquelles les tests ont été réalisés (quels procédés étaient en fonctionnement en même temps),

- les débits, les pressions statiques ou les vitesses d'air dans le réseau pour chaque dispositif de captage,
- les vitesses d'air dans les ouvertures ou au point d'émission des polluants,
- les essais au fumigène pour vérifier qualitativement les flux d'air,
- le débit global d'air extrait,
- les caractéristiques des systèmes de surveillance,
- les consignes à appliquer en cas de panne ou de dysfonctionnement.

7.2 Maintenance de l'installation

La fréquence des opérations de maintenance (nettoyage des dispositifs de captage, purge des conduits, changement des filtres des épurateurs, nettoyage des épurateurs...) doit être définie par le chef d'entreprise en concertation avec le fournisseur de l'installation de ventilation.

Les travaux réalisés et leur date d'exécution doivent être consignés dans le dossier de maintenance.

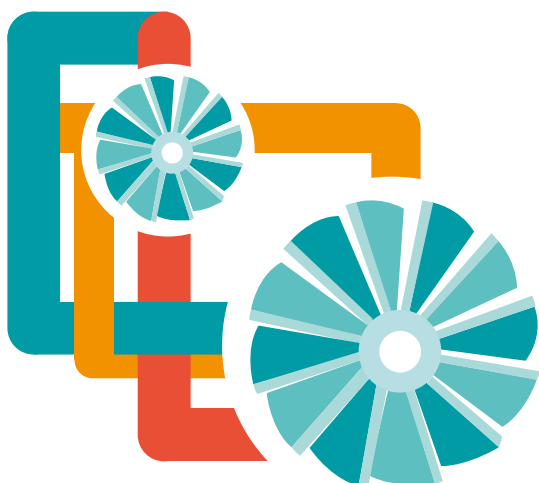
7.3 Contrôles périodiques

Les contrôles annuels suivants doivent être réalisés par un technicien qualifié (appartenant ou non à l'entreprise) dans les mêmes configurations que celles définies lors de la mesure des valeurs de référence :

- examen visuel de l'état de tous les éléments de l'installation,
- mesure du débit global d'air extrait par l'installation,
- mesure des pressions statiques et des vitesses d'air dans les conduits,
- mesure des vitesses dans les ouvertures ou au point d'émission des polluants.

L'ensemble des contrôles permet de s'assurer que les valeurs aérauliques de référence sont toujours respectées. Tous les contrôles doivent être consignés dans le dossier de maintenance.

Chaque modification du réseau devra être suivie d'un nouveau contrôle de l'installation de ventilation, afin d'obtenir les valeurs de référence des parties modifiées et de vérifier la non dégradation des performances de l'installation.



8. Dossiers techniques

8.1 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 m³/h ; l'apport d'air

dans l'enceinte étant assuré par les fuites (ouverture de surface cumulée égale à environ 23 cm²).

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 m³/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 du container, couvercle fermé, est de 63 dB(A).



■ Figure 9 : Container à déchets ventilé

8.2 Poste de rénovation de films

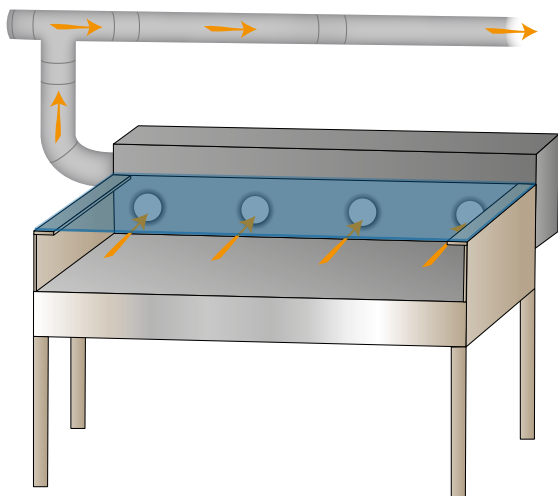
Objectif

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 contenu dans des flacons distributeurs. Historiquement, les solvants utilisés étaient des solvants chlorés (trichloroéthylène et perchloroéthylène) qui ont été remplacés par un mélange essentiellement constitué d'un alcool et de naphta léger hydro traité.



■ Figure 10 : Table employée dans l'atelier de rénovation de films.

Le poste correspond à 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 trois par trois 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. 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.

La mise en place d'une compensation d'air contrôlée permettrait d'améliorer les performances de ce dispositif.

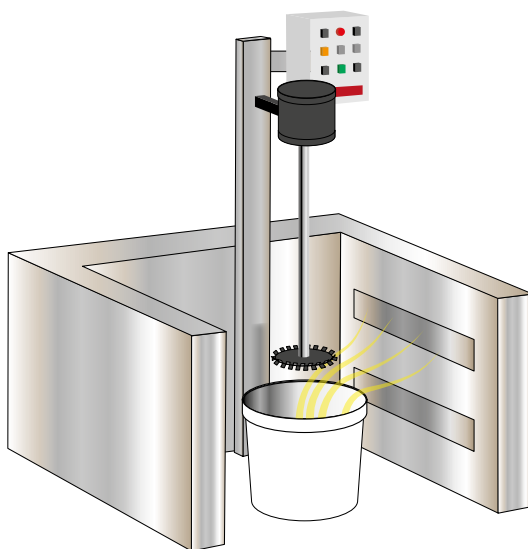
8.3 Poste de mélange des teintes

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.



■ Figure 11 : Poste de mélange avec fentes d'aspiration

Système de ventilation

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

Il s'agit d'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. Le récipient est placé légèrement en contrebas par rapport aux fentes d'aspiration afin qu'elles captent au mieux l'air vicié dégagé par l'agitation. 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.

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'émission 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).

Résultats

	Dimensions (mm)	Vitesse (m/s)	Débit (m³/h)
Fente haute droite	300 x 40	6,20	270
Fente basse droite	300 x 40	6,15	265
Fente haute gauche	300 x 40	6,80	295
Fente basse gauche	300 x 40	6,20	270
Total			1 100

8.4 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, un bac de trempage capoté pour les gros objets (pompes) est prévu.

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

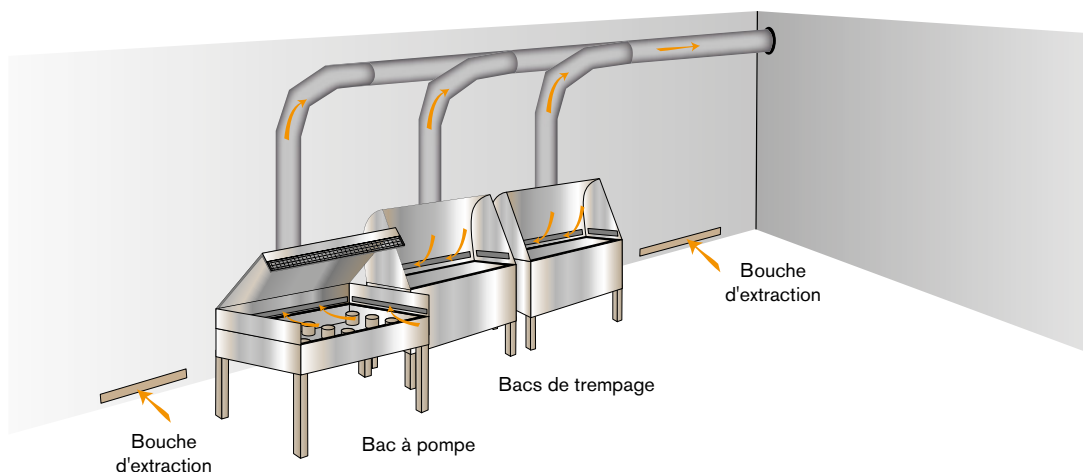
Description du système de ventilation

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 m et de diamètre de 0,5 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° par rapport à la verticale. Le débit de $3\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ 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 m du sol) sur les parois opposées à la gaine. Les bouches ont une dimension de 0,4 m sur 0,07 m. Le débit extrait par ces bouches est de $1\,200 \text{ m}^3/\text{h}$, ce qui correspond à une vitesse d'extraction voisine de 3 m/s .

Les deux bacs ouverts de trempage sont équipés de cloisons verticales, disposées sur 3 des 4 côtés (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 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). Le bac reste fermé pendant les opérations.



■ Figure 12 : Installation de l'atelier de nettoyage

8.5 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 encres.

Poste de travail

Le poste de préparation d'encres et de nettoyage des outils encres et encriers 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 25 g de peinture et 5 g de diluant, elle dure environ 20 minutes et est réalisée 2 fois par poste (de 7 heures). Le nettoyage se fait en grattant les encriers à sec avec un chiffon, puis par trempage dans un bac à ultrasons : la finition est réalisée avec un chiffon imbibé de solvant.

Description du système de ventilation

Le captage a été réalisé sur la table existante. Il consiste en un dosseret aspirant 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 gauche 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.

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

Résultats

Les vitesses en façade du dispositif sont les suivantes :

- 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 fumigène confirment un captage efficace.

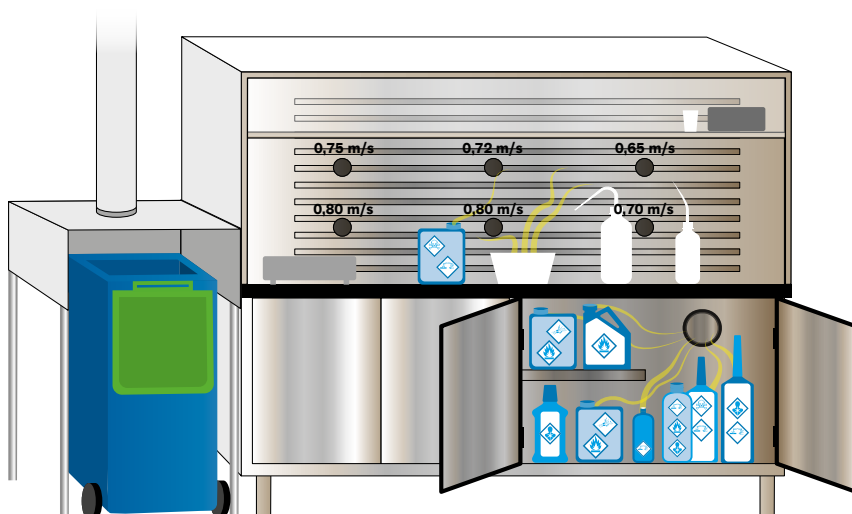
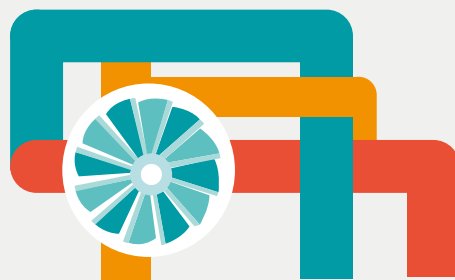


Figure 13 : Poste de préparation des encres et vitesse de captage

Bibliographie



- [1] Tableaux des maladies professionnelles. Base de données INRS, disponible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html>
- [2] Mémento du règlement CLP. Classification, étiquetage et emballage des produits chimiques. INRS, ED 6207
- [3] La fiche de données de sécurité. INRS, ED 6483
- [4] Identification et manipulation des composés peroxydables. INRS, ND 2163
- [5] Réactions chimiques dangereuses. Base de données INRS, disponible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/rcdAG.html>
- [6] Liste des VLEP françaises. Valeurs limites d'exposition professionnelle établies pour les substances chimiques. INRS, outil 65
- [7] Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives. Guide méthodologique. INRS, ED 945
- [8] Aération et assainissement. Aide-mémoire juridique. INRS, TJ 5
- [9] Prévention du risque chimique sur les lieux de travail. Aide-mémoire juridique. INRS, TJ 23
- [10] Des gants contre les risques chimiques. INRS, ED 112
- [11] Norme NF T73-101 Agents de surface - Détergents d'atelier sans solvant pour lavage des mains - Spécifications - Essais
Norme NF T73-102 Agents de surface - Détergents d'atelier avec solvant pour lavage des mains - Spécifications - Essais
- [12] La substitution des agents chimiques dangereux. INRS, ED 6004
- [13] Fiches d'aide à la substitution des cancérigènes (FAS), disponibles sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/far-fas.html>
- [14] Dégraissage, choix des techniques et des produits. INRS, ED 142
- [15] Procédés de dégraissage et de lavage dans l'industrie. INRS, ED 6248
- [16] Les fontaines de biodégradation des graisses. Risques et prévention. INRS, page web
- [17] Évaluation des risques de fontaines de biodégradation des graisses. INRS, PR 20
- [18] Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation. INRS, ED 695
- [19] L'assainissement de l'air des locaux de travail. Guide pratique de ventilation. INRS, ED 657
- [20] Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. INRS, ED 6106
- [21] ProtecPo. Un logiciel pour mieux protéger sa peau. INRS, outil 28
- [22] Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides. Guide pratique de ventilation. INRS, ED 839
- [23] Les procédés de traitement. INRS, ED 4260
- [24] Le dossier d'installation de ventilation. Guide pratique de ventilation. INRS, ED 6008



Toutes les publications de l'INRS sont téléchargeables sur www.inrs.fr

Pour commander les publications de l'INRS au format papier

Les entreprises du régime général de la Sécurité sociale peuvent se procurer les publications de l'INRS à titre gratuit auprès des services prévention des Carsat/Cramif/CGSS.

Retrouvez leurs coordonnées sur www.inrs.fr/reseau-am

L'INRS propose un service de commande en ligne pour les publications et affiches, payant au-delà de deux documents par commande.

Les entreprises hors régime général de la Sécurité sociale peuvent acheter directement les publications auprès de l'INRS en s'adressant au service diffusion par mail à service.diffusion@inrs.fr

Ce document 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, en vue d'obtenir les concentrations les plus faibles possible. Les solutions de ventilation proposées constituent des moyens minimaux permettant de réaliser cet objectif dans la majorité des cas, sous réserve que l'ensemble des sources de pollution soit traité.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail
et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris
Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6049

2^e édition | novembre 2025 | 1 000 ex. | ISBN 978-2-7389-3008-8

L'INRS est financé par la Sécurité sociale
Assurance maladie - Risques professionnels

www.inrs.fr   

