

Réparation des radiateurs automobiles

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).

15. Réparation des radiateurs automobiles

Groupe de travail constitué
sous l'égide de la CNAM et
comprenant des spécialistes
en ventilation et nuisances
chimiques des CRAM
et de l'INRS.

Sommaire

1. La réparation des radiateurs automobiles	3
1.1. Le radiateur	3
1.2. Les risques	4
1.3. La situation actuelle	4
2. Aspects réglementaires	4
3. Techniques générales de ventilation	5
3.1. La ventilation par captage localisé	5
3.2. Les dispositifs complémentaires	6
3.3. Le contrôle et l'entretien des dispositifs de captage	8
4. Solutions techniques	8
4.1. Le poste de décapage	8
4.2. Le poste de démontage/montage	9
4.3. Les postes de peinturage	10
4.4. Les opérations annexes	10
5. Hygiène	10
5.1. Les vestiaires et les installations sanitaires.....	11
5.2. Les vêtements de travail et leur lavage	11
5.3. Les appareils de protection respiratoire (antipoussière)	11
5.4. L'alimentation - Le tabac	11
5.5. La politique d'hygiène - La structure de sécurité	11
5.6. L'hygiène personnelle de vie	11
6. Exemples de réalisations	12
6.1. Postes de démontage/montage utilisant une cabine ouverte	12
6.2. Poste de démontage/montage avec dispositif inducteur décalé	12

Ce document s'adresse essentiellement aux PME-PMI ayant une activité de réparation de radiateurs soudés. Il a été établi par un groupe de travail constitué sous l'égide de la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM) et comprenant des spécialistes en ventilation et nuisances chimiques des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).

Au sommaire : réparation des radiateurs automobiles (description et risques) ; aspects réglementaires ; techniques générales de ventilation ; solutions techniques ; hygiène ; description de deux réalisations.

Pour des raisons pratiques, ce guide traite essentiellement de la prévention du risque de saturnisme professionnel qui apparaît principalement lors des opérations de démontage, brossage, étamage et montage des radiateurs. Les problèmes posés par le rejet des polluants dans l'environnement n'ont pas été abordés.

Pour la prévention du saturnisme, des mesures d'hygiène doivent être impérativement associées aux mesures techniques d'assainissement de l'air : une part importante de ce document leur est consacrée.

En ce qui concerne les nuisances chimiques, l'objectif général est le maintien de la salubrité de l'air dans les locaux de travail. Un bon système de référence consiste à utiliser les valeurs limites pour les concentrations des substances toxiques au niveau des voies respiratoires, que celles-ci soient issues de la réglementation, de normes ou de règles de l'art en la matière.

Les mesures de prévention et les techniques de captage proposées constituent des recommandations propres à faciliter la réalisation de cet objectif sur la base des données actuellement disponibles. Ces dernières sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'expérience acquise ou d'études nouvelles conduites sur ce thème. Le groupe de travail demande à toute personne ou organisme ayant des

avis ou des critiques à formuler sur ce document de bien vouloir les lui faire connaître (commentaires à adresser à l'INRS, en faisant référence au groupe de travail n° 15 Ventilation).

Les réalisations décrites ont été mises en œuvre avec succès pour résoudre des problèmes spécifiques rencontrés lors de la réparation de radiateurs soudés.

I. La réparation des radiateurs de véhicules

Pour les véhicules légers, les radiateurs comportent de plus en plus de composants plastiques et sertis et ne sont plus réparés.

Par contre, on continue de fabriquer et par voie de conséquence, de réparer, des radiateurs soudés pour les poids lourds, les engins BTP, les machines agricoles...

1.1. Le radiateur

Le radiateur est un organe permettant le refroidissement du moteur. Il est composé de tubes plats ou ronds, séparés par des ailettes constituant le faisceau. Deux réservoirs (boîtes) à eau, l'un d'entrée (supérieur), l'autre de sortie

(inférieur), coiffent chaque extrémité du faisceau de tubes (figure 1).

La réparation s'effectue selon diverses phases successives :

1 → Essai d'étanchéité pour déceler les défauts.

2 → Décapage par trempage dans un bain bouillant de potasse suivi d'un rinçage et complété d'un brossage manuel.

3 → Démontage au chalumeau des boîtes supérieure et inférieure.

4 → Brossage des tubes et de leurs pieds avec une brosse métallique.

5 → Trempage des diverses pièces dans un bain d'acide chlorhydrique concentré à température ambiante (détartrage) puis rinçage.

6 → Préparation à la phase d'étamage par application, par trempage ou par application au pinceau, d'une solution de chlorure de zinc dilué.

7 → « Étamage » éventuel des extrémités du faisceau et des réservoirs par trem-

page dans un alliage étain-plomb en fusion (température comprise entre 360 et 400 °C).

8 → Remontage des éléments et assemblage par brasage au chalumeau avec de la baguette étain-plomb (généralement : étain 28 %, plomb 72 %).

9 → Essai d'étanchéité, redressage des ailettes et séchage.

10 → Peinturage de l'ensemble.

1.2. Les risques

L'inventaire exhaustif des risques présentés par cette activité sort du domaine de ce document. Il convient cependant, pour mémoire, de citer les risques de brûlures thermiques ou chimiques consécutives à l'emploi d'acides ou de bases. Néanmoins, le risque majeur reste celui lié à la présence de plomb; les phases opératoires qui peuvent induire une

intoxication saturnine sont le démontage, le brossage, le soudage et éventuellement l'étamage. Selon le type d'appareil, elles occupent entre 25 et 40 % du temps des opérateurs.

1.3. La situation actuelle

L'activité de réparation s'effectue dans de petits ateliers de 1 à 10 salariés en général. La technique utilisée n'évolue pratiquement pas dans ce secteur. À quelques exceptions près, les installations sont vétustes.

Pratiquement, le radiateur est fixé dans un étau (ou étrier) permettant une orientation aisée des pièces.

Divers dispositifs d'aspiration des fumées et poussières équipent parfois les postes de travail. Les plus fréquemment rencontrés sont des hottes en dôme de petites dimensions placées à la verticale de l'étrier. Parfois, seule une ventilation générale plus ou moins efficace constituée par un extracteur mural tente d'assurer un certain renouvellement de l'air.

De manière générale, un arrosage fréquent maintient les sols humides, ce qui contribue à limiter la remise en suspension des poussières fines. Mais une élimination des poussières au fur et à mesure de leur production reste préférable.

L'hygiène aux postes de travail et l'hygiène personnelle des opérateurs jouent un rôle essentiel dans la prévention du risque de saturnisme.

2. Aspects réglementaires [1]

La prévention des risques liés au plomb s'intègre dans le dispositif plus général de prévention du risque chimique. Les règles de prévention du risque chimique concernent toutes les activités exposant à des agents chimiques et, pour certaines dispositions, aux CMR (cancérogènes, mutagènes et toxique pour la reproduction) pouvant présenter un risque pour la santé et la sécurité des salariés, du fait de leur utilisation ou de leur présence sur le lieu de travail. Si le plomb lui-même n'est pas classé par la communauté européenne, les oxydes de plomb présents dans les fumées sont classés

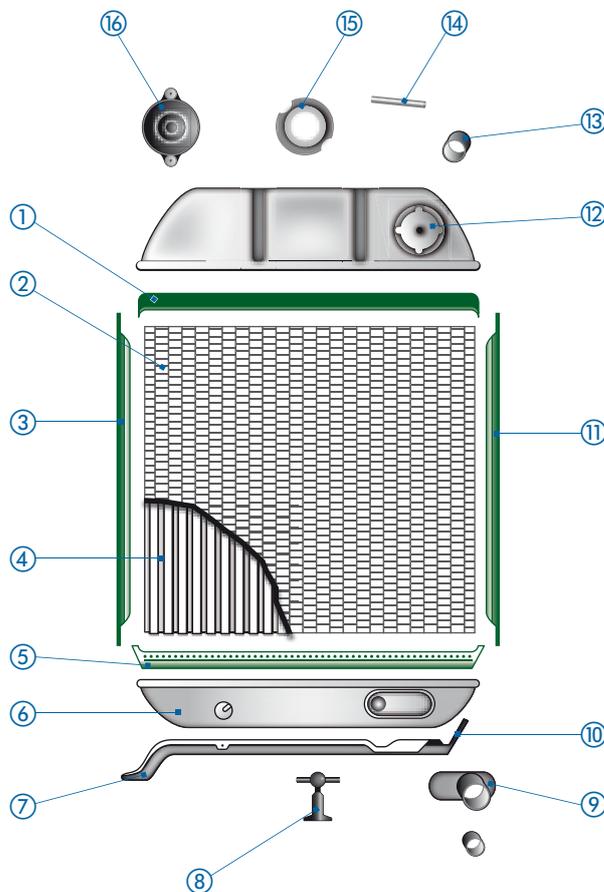


Fig. 1. Les différents éléments du radiateur

- 1 - Collecteur d'entrée
- 2 - Ailettes
- 3 - Joue gauche
- 4 - Tubes
- 5 - Collecteur de sortie
- 6 - Boîte inférieure

- 7 - Fixation intérieure droite
- 8 - Robinet de vidange
- 9 - Tubulure de sortie d'eau
- 10 - Bandage
- 11 - Joue droite
- 12 - Boîte supérieure

- 13 - Tubulure d'entrée d'eau
- 14 - Tube vapeur
- 15 - Embase de remplissage
- 16 - Bouchon pression/dépression

toxiques pour la reproduction de catégorie 1 et 2.

Les articles R. 4412-156 à R. 4412-161 du Code du travail fixent des dispositions spécifiques au plomb. Les principales d'entre elles sont les suivantes :

- les salariés doivent avoir à leur disposition et utiliser des vestiaires différents pour les vêtements de travail et pour les vêtements de ville, ceux-ci doivent être séparés par des douches ;

- lorsque le lavage des vêtements est effectué par une entreprise extérieure, les effets sont transportés dans des récipients clos, comportant un affichage clairement lisible indiquant la présence de plomb, sans préjudice des dispositions prises à l'article R. 4412-73 ;

- l'employeur veille à ce que les travailleurs ne mangent pas et ne fument pas en vêtement de travail ;

- une surveillance médicale particulière est assurée si l'exposition à une concentration de plomb dans l'air est supérieure à $0,05 \text{ mg/m}^3$ (calculée comme une moyenne pondérée en fonction du temps sur une base de 8 heures), ou si une plombémie élevée ($> 200 \text{ } \mu\text{g}$ de plomb par litre de sang pour les hommes et $100 \text{ } \mu\text{g/l}$ pour les femmes) est mesurée chez un travailleur ;

- la valeur limite biologique à ne pas dépasser est fixée à $400 \text{ } \mu\text{g}$ de plomb par litre de sang pour les hommes et à $300 \text{ } \mu\text{g/l}$ pour les femmes ;

- la valeur limite moyenne d'exposition (VME) pour le plomb et ses composées est fixée à $0,1 \text{ mg/m}^3$ (exprimé en plomb métallique).

D'autre part, l'employeur doit faire effectuer, au moins une fois par an, un contrôle du niveau d'exposition des salariés par un organisme agréé par le ministère chargé du travail (article R. 4412-76).

3. Techniques générales de ventilation

Le système de ventilation doit être en mesure de garantir qu'à tout moment les voies respiratoires des opérateurs se trouvent dans une zone d'air salubre. En raison de la gravité des intoxications

saturnines, la seule solution à retenir est la ventilation par captage localisé des polluants.

Elle consiste à capter les polluants au plus près de leurs points d'émission avant qu'ils ne parviennent au niveau des voies respiratoires du personnel et ne soient disséminés dans l'atelier.

Une ventilation générale, en complément de l'aspiration locale, est toujours nécessaire pour éliminer les polluants résiduels et pour assurer un renouvellement convenable de l'air des locaux de travail.

Des indications plus complètes sur la conception des dispositifs de ventilation sont fournies dans le Guide pratique de ventilation n° 0 « Principe généraux de ventilation » [2].

3.1. La ventilation par captage localisé

Les systèmes de captage sont efficaces si, lors de la conception de l'installation, les principes énumérés ci-dessous sont respectés.

1. Envelopper au maximum la zone de production de polluants.

Les opérations polluantes doivent être effectuées dans des enceintes, cabines ou tous espaces délimités par des parois, cloisons... de façon à, simultanément, conte-

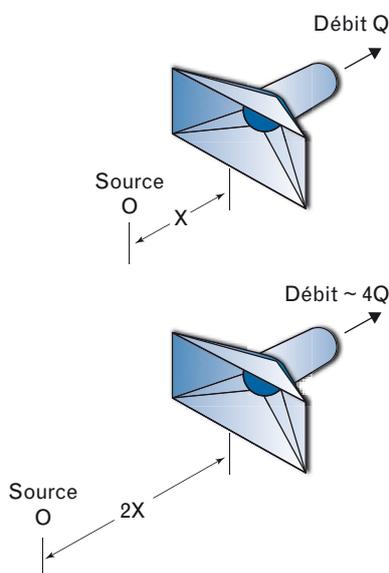


Fig. 2. Capturer au plus près de la zone d'émission des polluants pour induire la même vitesse. A une distance double, il faut multiplier le débit par 4.

nir au maximum les polluants, diminuer la surface de la zone par laquelle les polluants peuvent s'échapper, réduire les effets nuisibles des courants d'air perturbants, en tenant compte des dimensions maximales du plus gros radiateur susceptible d'être réparé.

2. Placer le dispositif de captage au plus près de la zone d'émission des polluants.

Dans l'axe d'un dispositif aspirant de type inducteur, l'efficacité de l'aspiration diminue très rapidement avec la distance entre la source d'émission et le dispositif aspirant. Ainsi, par exemple, la vitesse d'air n'est plus que le dixième de la vitesse moyenne dans l'ouverture à une distance égale au diamètre du dispositif aspirant. Le positionnement du capteur au plus près de la source d'émission permet de garder une bonne efficacité d'aspiration en utilisant des débits plus faibles (figure 2).

3. Installer le dispositif de captage.

Le dispositif de captage est installé de sorte que les voies respiratoires de l'opérateur ne se trouvent pas entre lui et la source de polluants (figure 3).

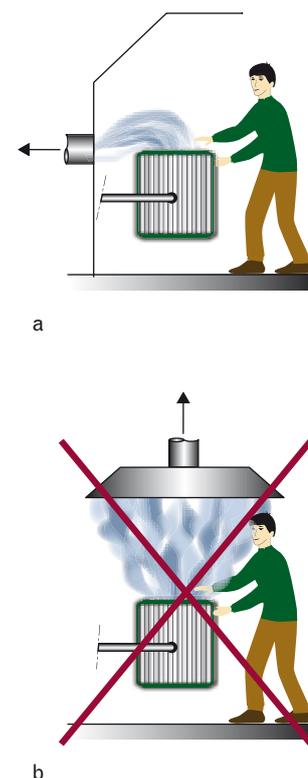


Fig. 3. a) Installation respectant le principe 3. b) Installation ne respectant pas le principe 3.

4. Utiliser les mouvements naturels des polluants.

Dans le cas d'émission d'air pollué chaud, les dispositifs de captage sont placés de manière à tenir compte de la force ascensionnelle des gaz chauds et du débit

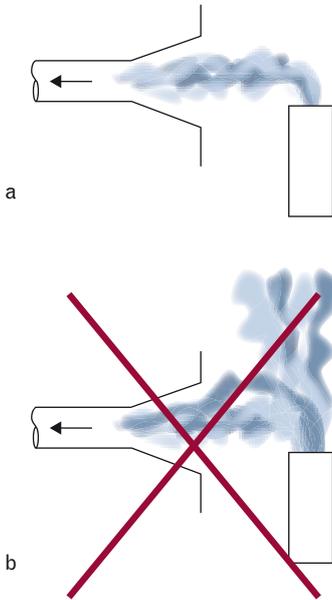


Fig. 4. Captage des polluants en induisant une vitesse d'air suffisante.
a) Vitesse induite au point d'émission suffisante.
b) Vitesse induite au point d'émission insuffisante.

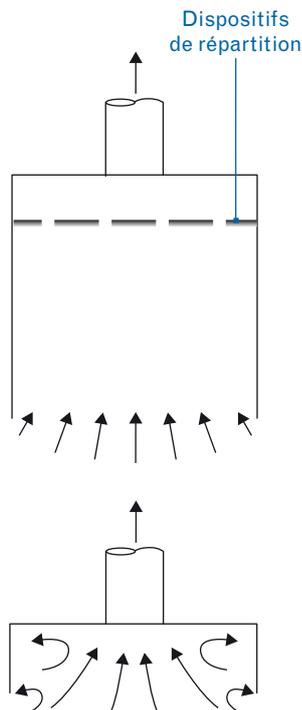


Fig. 5. Répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage des polluants (vue de dessus).

d'air induit, en prenant soin toutefois de respecter le principe précédent.

5. Induire une vitesse d'air suffisante à proximité de la zone d'émission des polluants.

Ceci permet de s'opposer aux effets dispersifs des courants d'air et aux mouvements initiaux de l'air pollué et ainsi de l'obliger à s'écouler à l'intérieur du réseau d'aspiration (figure 4).

6. Répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage.

Une telle répartition évite que de l'air pollué ne s'échappe par les zones de plus faible vitesse d'aspiration (figures 5 et 6).

7. Compenser les extractions d'air par des entrées d'air équivalentes (cf. § 3.2.2).

8. Éviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique.

9. Rejeter l'air pollué en dehors des zones de prises d'air propre.

10. Vérifier le niveau sonore.

L'installation de ventilation ne doit pas accroître le niveau sonore de l'atelier de plus de 2 dB(A) (cf. § 3.2.4).

3.2. Les dispositifs complémentaires

3.2.1. Ventilation générale

Le débit nécessaire Q dépend de l'efficacité du dispositif de captage et peut être calculé selon la relation suivante :

$$Q = \frac{(1 - n)}{n} Q_i$$

Q [m^3/s] : débit de ventilation complémentaire;

n [sans dimension] : efficacité de captage (rapport de la quantité de polluant capté à la quantité de polluant émis);

Q_i [m^3/s] : débit de ventilation de l'ensemble i des dispositifs de captage localisé.

Si l'efficacité du dispositif de captage n n'est pas connue (par des mesures ou par les indications du constructeur), on peut, en première approximation, choisir arbitrairement un débit de ventilation complémentaire égal à 25 % de Q_i .

Les locaux où sont émis des produits dangereux sont à maintenir en légère dépression pour éviter les fuites de polluants vers un bâtiment adjacent, un bureau par exemple.

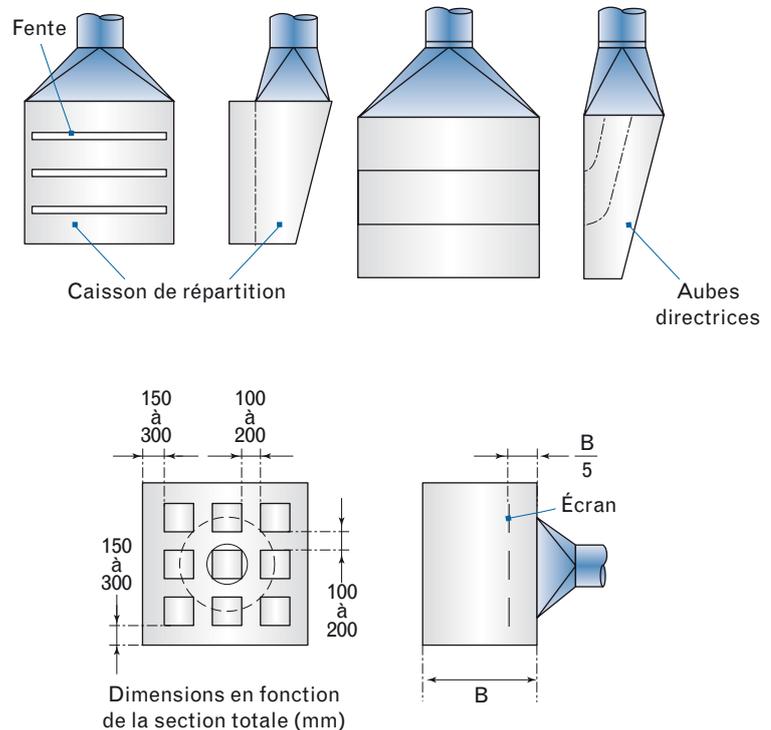


Fig. 6. Répartition des vitesses à l'entrée d'une bouche d'aspiration.

3.2.2. Apport d'air de compensation

L'air extrait par les systèmes de ventilation localisée ou générale doit être compensé par des apports d'air propre équivalents, de façon à :

a) Assurer l'efficacité des systèmes de ventilation.

Un manque d'air de compensation provoque une mise en dépression des bâtiments, créant ainsi une résistance supplémentaire pour les ventilateurs. Il en résulte une diminution des débits d'air, particulièrement sensible dans le cas de certains ventilateurs hélicoïdes et, par conséquent, une perte d'efficacité des systèmes de ventilation.

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

- diminuer l'efficacité des dispositifs de captage et disperser les polluants dans tout l'atelier,
- remettre en suspension des poussières déposées,
- provoquer un inconfort thermique pour le personnel.

c) Éviter que l'air provenant de zones adjacentes polluées ne soit entraîné dans les zones propres.

d) Assurer le fonctionnement correct des appareils à combustion.

e) Diminuer les efforts d'ouverture des portes.

Une introduction mécanique de l'air est recommandée. L'air propre doit être chauffé si nécessaire; il est distribué à l'aide de diffuseurs (pour éviter les courants d'air), si possible de façon à traverser d'abord la zone occupée par les travailleurs puis les zones polluées.

La distribution de l'air propre dans l'atelier s'effectue aux points les plus proches des zones de travail. La méthode choisie pour amener cet air varie en fonction de la disposition du local et du processus de fabrication. En règle générale, on veille à ce que l'air propre passe au niveau des voies respiratoires de l'opérateur (figure 7).

La conception des dispositifs amenant l'air à proximité des postes de travail (caisson latéral, tourelles d'introduction...) doit faire l'objet d'un soin tout

particulier. Une mauvaise implantation, un débit d'air mal adapté et des vitesses de soufflage trop élevées aboutissent à un résultat contraire à celui escompté, c'est-à-dire à disperser les polluants dans l'atelier au lieu d'améliorer l'efficacité du captage.

Plus les débits d'air mis en jeu sont grands et plus les coûts d'installation et de fonctionnement sont élevés (énergie consommée par les ventilateurs et pour le chauffage de l'air de compensation, coût d'entretien des dispositifs d'épuration...).

Une solution intéressante pour réduire les coûts de chauffage consiste à utiliser une installation de récupération de chaleur sur l'air extrait afin de préchauffer l'air de compensation.

3.2.3. Rejet de l'air

Le rejet s'effectue en dehors des zones de prise d'air propre. L'air est épuré avant son rejet dans l'atmosphère, en se conformant aux prescriptions relatives à la protection de l'environnement.

3.2.4. Bruit

Il faut maintenir le niveau de pression

sonore aux postes de travail à une valeur aussi basse que possible et, dans tous les cas, inférieure aux limites fixées par la réglementation [3, 4].

Les mesures suivantes permettent d'y contribuer.

- choisir des ventilateurs à faible puissance acoustique;
- éloigner les sources de bruit (en particulier les ventilateurs) ou les encoffrer;
- éviter les pertes de charge inutile dans le réseau; en effet, elles doivent être compensées par un ventilateur plus puissant donc plus bruyant;
- limiter les vitesses d'air dans les gaines (ne pas dépasser 25 m/s);
- éliminer les vibrations sur tous les dispositifs de ventilation;
- poser des silencieux dans les conduites.

3.3. Le contrôle et l'entretien des dispositifs de captage

Seules quelques indications générales sur les opérations de contrôle et d'entretien des installations de ventilation seront données ici. Pour des données plus précises, on peut se référer aux ouvrages cités dans la bibliographie [1, 5].

La notice d'instruction et le dossier

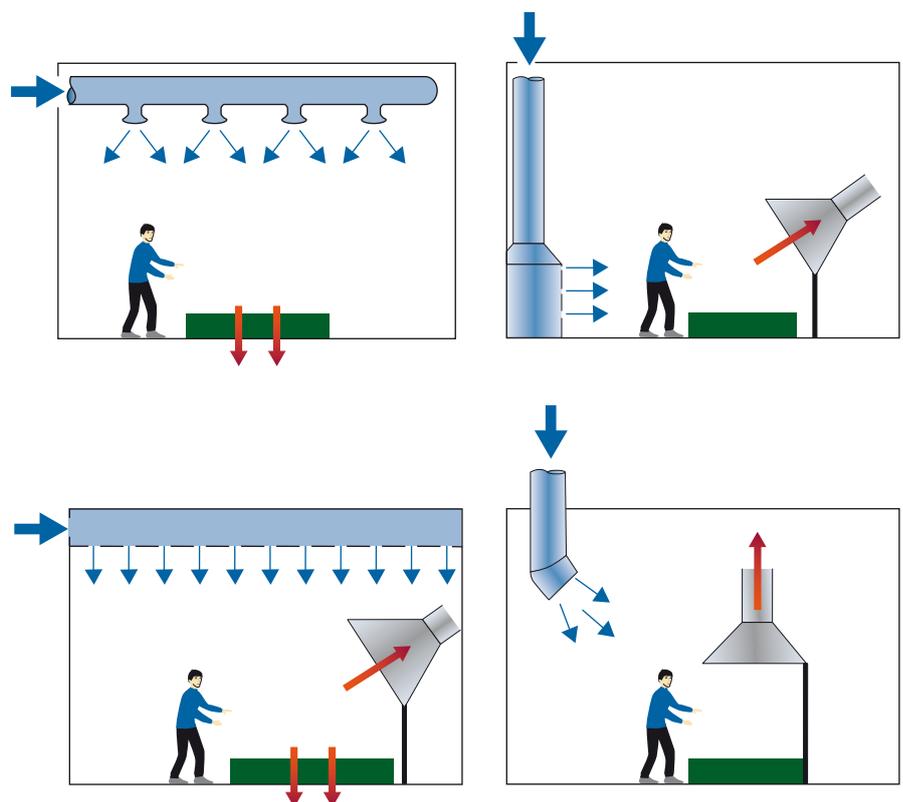


Fig. 7. Exemples de dispositifs d'apport d'air de compensation.

d'installation du dispositif de captage de ventilation sont établis par l'installateur conformément aux décrets n^{os} 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 [6].

Un entretien régulier est nécessaire pour maintenir les installations de ventilation en bon état de fonctionnement. Cet entretien porte plus particulièrement sur les épurateurs et les éléments fragiles des dispositifs de captage (tuyaux souples...). Il est également souhaitable de vérifier régulièrement l'état des pales des ventilateurs, surtout si ceux-ci véhiculent de l'air non dépoussiéré, mais aussi de vérifier l'absence d'ouverture dans les gaines...

Une estimation qualitative de l'efficacité de captage peut être obtenue par la visualisation des écoulements d'air à l'aide de fumigènes. Cet examen visuel fournit des renseignements sur les conditions de dispersion des polluants, l'efficacité du captage, l'influence des courants d'air...

Dans une deuxième étape, il convient de contrôler, à l'aide d'un anémomètre, la valeur de la vitesse d'air induite au point d'émission. L'anémomètre doit avoir une sensibilité en rapport avec les vitesses à mesurer (de l'ordre de 0,05 m/s).

Pour le contrôle des débits d'air mis en jeu, plusieurs méthodes peuvent être utilisées. Les plus couramment appliquées sont les suivantes :

- l'exploration du champ des vitesses d'air dans une conduite fermée, en particulier à l'aide d'un tube de Pitot (norme NF X 10-112); cette technique est en général la plus précise;
- l'exploration du champ des vitesses dans les ouvertures à l'aide d'un anémomètre;
- le suivi de la pression statique à l'entrée du dispositif de captage.

TABLEAU I

$l \leq 0,50$	Aspiration unilatérale adaptée
$0,50 \text{ m} < l \leq 0,90 \text{ m}$	Aspiration bilatérale recommandée
$0,90 \text{ m} < l \leq 1,20 \text{ m}$	Aspiration bilatérale indispensable
$l > 1,20 \text{ m}$	Aspiration bilatérale possible mais généralement impraticable (débits d'air très importants)

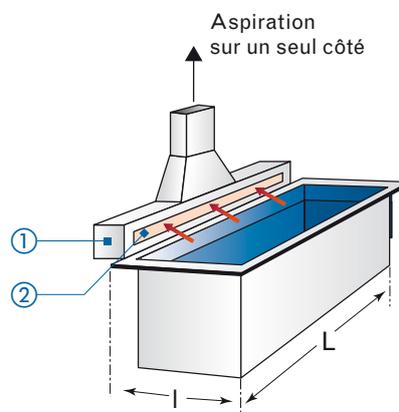
4. Solutions techniques

La réparation de radiateurs se décompose en trois étapes principales qui nécessitent, pour chacune, une solution adaptée. Deux de ces étapes, le décapage et la peinture des pièces finies, n'exposent pas directement le personnel à un risque de saturnisme. Il est apparu toutefois utile de les évoquer dans ce document compte tenu des situations généralement rencontrées.

4.1. Le poste de décapage

Les bains utilisés sont en général :

- des bains alcalins chauffés où l'on décape la peinture des radiateurs par immersion;



- ① Vitesse dans le caisson de répartition : $\frac{V_f}{2}$
- ② Vitesse au niveau de la fente : $V_f = 5 \text{ à } 10 \text{ m/s}$

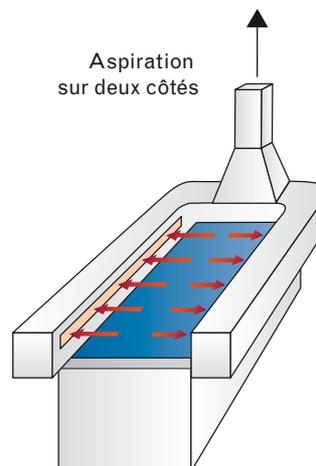


Fig. 8. Dispositifs d'aspiration latérale et bilatérale.

- des bains acides où l'on plonge des éléments chauds de radiateurs après le démontage au chalumeau.

Ces bains émettent de manière permanente et/ou brutale des vapeurs et des aérosols corrosifs, irritants pour la peau, les muqueuses et les voies respiratoires [7].

En phase de repos ou de non-utilisation, des couvercles peuvent contribuer à minimiser l'émission et la dispersion de ces polluants.

L'aspiration des vapeurs et des aérosols émis par ces bains peut être réalisée à l'aide d'un dispositif de captage localisé conçu comme ceux présentés sur la figure 8 et le tableau I.

Le débit total d'aspiration [m^3/s] sera égal à :

$$Q = Sq$$

S [m^2] : surface du bain ;
 q [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$] : débit d'aspiration par unité de surface.

Le débit d'aspiration q dépend de la géométrie de la cuve et de la nature chimique du bain. Il est possible de déterminer sa valeur en se référant au guide de ventilation n° 2 [7].

Les matériaux constituant les dispositifs de captage doivent être résistants à la corrosion des vapeurs. Il est important que chaque type de bain dispose de son propre système d'évacuation de polluants.

Remarque :

Ces bains doivent être placés dans des bacs de rétention étanches permettant la récupération, l'évacuation des liquides en cas de fuites ou de déversements accidentels.

4.2. Le poste de démontage/montage

4.2.1. Cabine ouverte (figure 9)

Ce dispositif de ventilation est à privilégier car il permet d'obtenir, sans aucun changement des méthodes de travail actuellement rencontrées dans la profession, un excellent captage des poussières et vapeurs émises.

La cabine ouverte est une enceinte ventilée dans laquelle l'opérateur est soumis à un flux d'air propre, l'air pollué étant aspiré au fond de cette enceinte.

En aucun cas l'opérateur ne doit

pouvoir se placer entre la pièce travaillée et le dispositif d'aspiration. La ventilation est approximativement horizontale.

L'étrier support du radiateur est en place de telle sorte que le radiateur ne soit pas perpendiculaire au flux d'air.

La compensation de l'air extrait se fait par des apports d'air propre équivalents, réchauffé en période froide, distribué à l'aide de diffuseurs pour éviter les courants d'air perturbateurs et de façon à ce que l'opérateur soit toujours dans cet air propre.

Ces diffuseurs peuvent être placés vers la surface ouverte de la cabine.

Les matériaux constituant cette installation (cabine aspirante en partie arrière) doivent être résistants à la corrosion des polluants.

À titre indicatif, le PVC rigide semble donner satisfaction.

La vitesse d'air V [m/s] dans la surface ouverte S [m²] de la cabine est au moins égale à 0,4 m/s.

La largeur L de la cabine est supérieure à celle de l'objet d'au moins 1,20 m.

Le débit effectif Q [m³/s] est égal à :

$$Q = SV$$

4.2.2. Dispositif inducteur décalé (figure 10)

La mise en place d'un dispositif de captage inducteur décalé peut être retenue, mais elle nécessite :

a) La suppression de toute perturbation de nature aérodynamique dans la zone d'implantation du dispositif de captage, telle que le déplacement d'air éventuellement créé par un aérotherme, un chauffage électrique soufflant...

b) La réalisation d'une compensation de l'air extrait correctement étudiée et réalisée afin de ne pas influencer les performances de captage.

c) Le respect dans le temps, mais aussi quelle que soit la taille du radiateur, de nouveaux modes opératoires notamment de manière à ce que le salarié ne puisse être amené à travailler dans l'espace libre situé entre le radiateur et le dispositif de captage.

Ce captage est placé au plus près de la zone d'évolution de la pièce. Le débit d'air à mettre en œuvre est tel que la

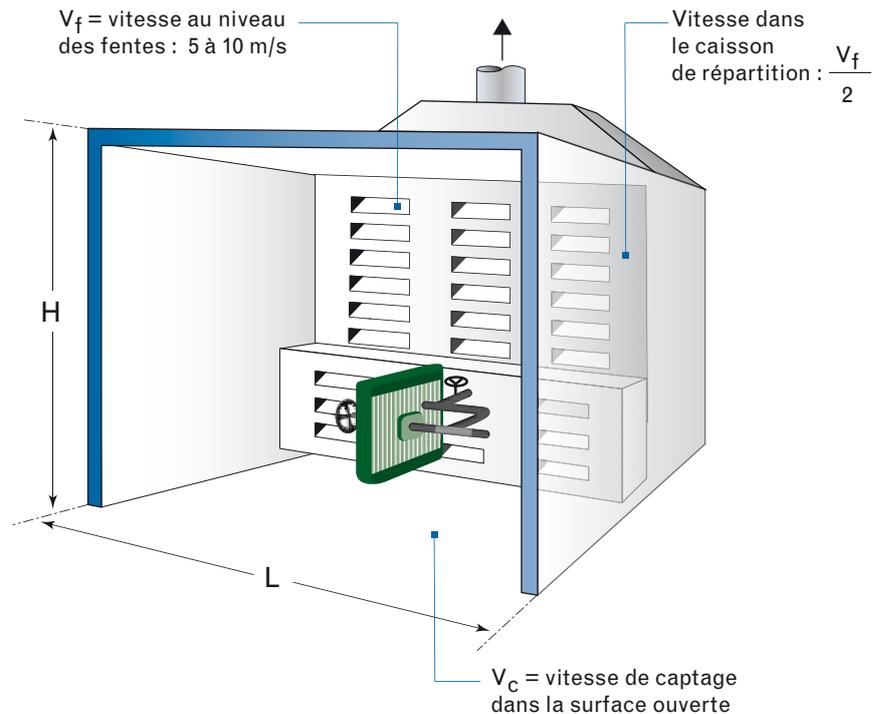


Fig. 9. Poste de montage/démontage : cabine ouverte.

vitesse de captage dans la zone de production des fumées soit au minimum de 0,50 m/s.

Hottes en dôme

Pour des raisons de facilité d'implantation, particulièrement dans le cas des installations existantes, il peut paraître séduisant de placer une hotte en dôme au-dessus du support pivotant maintenant le radiateur.

Ce dispositif de captage doit être totalement exclu car cette technique présente l'inconvénient de permettre à l'opérateur de placer sa tête dans le flux d'air pollué.

De plus, l'efficacité de l'aspiration est très sensible aux courants d'air.

Les prélèvements d'atmosphère réalisés dans de nombreux ateliers ont d'ailleurs confirmé ces faits.

4.2.3. Postes de démontage automatisé

La répétition de certaines opérations, principalement le chauffage des collecteurs, autorise une automatisation partielle des travaux de démontage.

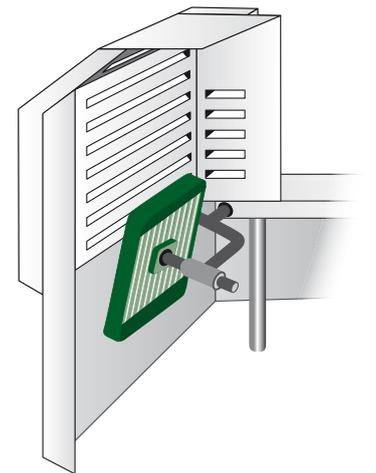


Fig. 10. Poste de démontage/montage : exemple de dispositif inducteur décalé.

Les radiateurs sont placés entre deux rampes à gaz assurant le préchauffage des pièces et la fusion des cordons de soudure.

Un dispositif de captage bilatéral placé de part et d'autre et à quelques centimètres de la pièce travaillée permet d'assurer efficacement l'évacuation des fumées et des vapeurs de plomb.

Dans le plan d'ouverture d'un tel dispositif, la vitesse de captage doit être au moins égale à 1 m/s (figure 11).

4.2.4. En complément des mesures de ventilation

Il est nécessaire de placer au niveau du sol, au droit du support pivotant, un dispositif de rétention qui permettra :

- de retenir et d'évacuer les déchets solides tombant au sol;
- d'éloigner les pieds de l'opérateur afin de l'empêcher de contaminer l'ensemble des ateliers avec ses chaussures.

Le sol de l'atelier doit également être facilement lavable à l'eau et résistant aux acides.

4.3. Les postes de peinture (figure 12)

L'application de peinture sur les radiateurs réparés s'effectue dans la plupart des cas par pulvérisation. Cette opération doit être réalisée dans une cabine munie d'une aspiration avec filtration avant rejet à l'extérieur [8].

Les vitesses d'air dans la surface ouverte S [m²] de la cabine sont telles que :

- la vitesse moyenne V soit supérieure ou égale à 0,5 m/s;
- en aucun point de mesure la vitesse ne soit inférieure à 0,4 m/s.

La largeur L de la cabine doit être supérieure à celle de l'objet d'au moins 1,20 m.

Le débit effectif Q [m³/s] est égal à :

$$Q = SV$$

4.4. Les opérations annexes

Les opérations diverses telles que reprise, récupération, brossage, ponçage, grattage... doivent, lorsqu'elles sont effectuées hors du poste de démontage/montage, se faire sur un plan de travail muni d'une ventilation qui permette de capter les polluants émis.

Ceci peut être réalisé par l'utilisation d'une table à aspiration.

Calcul des débits d'aspiration

- Pour la table à aspiration vers l'arrière (figure 13a)

$$Q = \lambda ILV_c$$

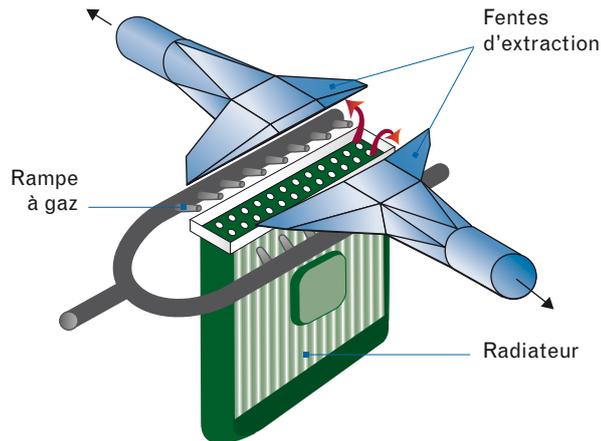


Fig. 11. Poste de démontage automatisé : captage bilatéral.

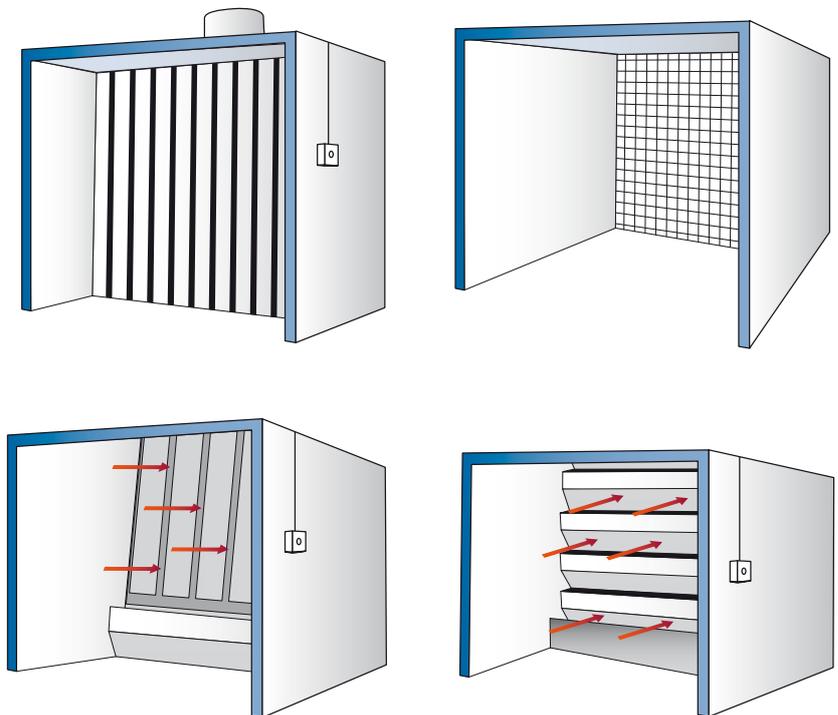


Fig. 12. Exemples de cabines de peinture.

Q [m³/s] : débit d'air aspiré;
 λ [sans dimension] : coefficient égal à 2,4 dans le cas d'une table avec écrans latéraux et à 2,8 dans le cas d'une table sans écran;

l, L [m] : longueur et largeur de la table;

V_c [m/s] : vitesse de captage = 0,5 m/s.

- Pour la table à aspiration vers le bas (figure 13b)

$$Q = AV_g$$

Q [m³/s] : débit d'aspiration;

A [m²] : aire totale de la grille d'aspiration;

V_g : vitesse d'air moyenne au travers de la grille = 0,75 m/s.

5. Hygiène

Parmi les voies de pénétration du plomb dans l'organisme, la voie digestive occupe une place privilégiée et repré-

sente un mode important, le plus souvent insidieux, d'intoxication.

C'est pourquoi, dans cette industrie, la prévention du saturnisme doit inclure *obligatoirement* des mesures d'hygiène.

La base des prescriptions dans ce domaine est issue de la réglementation (cf. § 2). Elle conduit aux applications pratiques énoncées ci-dessous.

5.1. Les vestiaires et les installations sanitaires

Les sanitaires seront pourvus d'eau chaude, de savon, d'essuie-mains et de

serviettes ainsi que d'un chauffage. Leur entretien et leur nettoyage seront fréquents et au moins quotidiens.

Chaque salarié disposera d'une brosse à ongles.

Le contrôle du fonctionnement des installations et éventuellement leur entretien, ainsi que le contrôle de l'approvisionnement en équipements doivent être assurés afin de maintenir l'efficacité des aménagements.

Cette tâche doit être confiée à un responsable au même titre que cela est fait pour d'autres contrôles (installation électrique, extincteurs...).

5.2. Les vêtements de travail et leur lavage

Les chefs d'entreprise doivent fournir et exiger le port des équipements suivants :

- une combinaison avec serrage au cou, poignets et chevilles,
- une coiffure,
- des gants en matière imperméable au plomb,
- des chaussures ou des bottes de sécurité.

Le renouvellement des vêtements de travail doit être au moins hebdomadaire.

Le bon entretien et le lavage de ces effets sont à la charge du chef d'entreprise.

5.3. Les appareils de protection respiratoire (antipoussière)

Le recours à cette protection individuelle ne peut être retenu que dans le cas de situations exceptionnelles (opération de courte durée peu fréquente...) pour lesquelles une protection collective n'est pas raisonnablement justifiée.

Le choix doit se porter sur des appareils conformes aux normes [9] qui fixent les spécifications tant en ce qui concerne l'efficacité que la facilité de port : champ visuel, résistance respiratoire...

En cas d'utilisation d'appareils filtrants antipoussière, il est impératif de limiter le choix à des matériels dont les filtres sont de classe 3 : P3 ou FFP3 pour les équipements à ventilation libre et TH3P ou TM3P pour les appareils à ventilation assistée [9].

5.4. L'alimentation - Le tabac

Les aliments et le tabac pollués par l'ambiance des ateliers ou par des projections accidentelles peuvent conduire à l'ingestion de plomb.

L'employeur doit donc interdire et faire respecter l'interdiction de manger, fumer, boire et mâcher du chewing-gum dans les ateliers et, plus généralement, partout où il existe un risque lié au plomb.

De même, il serait absurde de laisser transiter dans les poches d'un vêtement de travail un paquet de cigarettes ou un sandwich aussi bien emballés soient-ils.

Si les repas sont pris dans l'entreprise, ce ne doit pas être avec les vêtements de travail.

5.5. La politique d'hygiène - La structure de sécurité

La bonne application de ces mesures dont certaines relèvent d'actes volontaires ou du comportement des salariés (lavage des mains, port de la protection respiratoire) ne peut s'obtenir qu'au prix d'une politique d'hygiène clairement définie et gérée par une structure de sécurité qualifiée.

Cette politique doit faire l'objet d'un document de référence auquel sont annexées les consignes des différents postes de travail.

L'initiative de l'élaboration de ce document appartient à l'employeur qui tient compte de l'avis du CHSCT - ou à défaut des délégués du personnel - ainsi que du service médical du travail : médecin, infirmière...

La politique d'hygiène prévoit aussi la formation due aux nouveaux embauchés ou aux salariés changeant de poste. Le document évoqué ci-dessus peut servir de base à l'information.

5.6. L'hygiène personnelle de vie

Il est rappelé que les boissons alcoolisées peuvent aggraver les conséquences de l'exposition.

Il est donc particulièrement conseillé aux salariés exposés de respecter ce qu'il est convenu d'appeler une hygiène personnelle de vie.

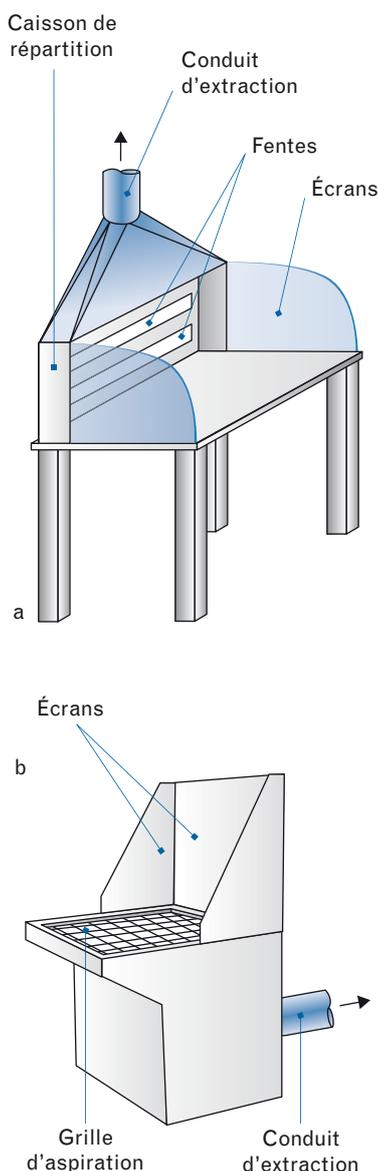


Fig. 13. Exemples de tables à aspiration.
a) Vers l'arrière.
b) Vers le bas.

6. Exemples de réalisations

6.1. Postes de démontage/montage utilisant une cabine ouverte

Dans le but de ne pas modifier les habitudes de travail d'un atelier, les six postes ont été équipés de cabines ouvertes ainsi constituées (figure 14) :

- en fond de cabine, on a installé un caisson aspirant muni de fentes de répartition de l'aspiration ;
- les parois mitoyennes en acier inoxydable comportent une grande surface vitrée permettant aux opérateurs de se voir ;
- le plafond est muni d'un éclairage.

La face opposée au mur reste ouverte et présente une surface d'environ 4 m². La ventilation est assurée par un extrac-

teur commun à trois postes de travail. L'introduction d'air de compensation avec réchauffage l'hiver est assurée au moyen d'un réseau muni de grilles permettant l'écoulement de l'air à faible vitesse vers les cabines.

Les résultats des prélèvements d'atmosphère effectués sont présentés dans le *tableau II*.

6.2. Poste de démontage/montage avec dispositif inducteur décalé

Le dispositif est constitué d'un caisson frontal et d'un caisson latéral disposés comme sur la *figure 8*, page 8.

Le positionnement des capteurs exige de manipuler les radiateurs y compris de poids lourds sur les deux axes du support de manière :

- à pouvoir travailler sans se placer entre le radiateur et le capteur,

- à garder la zone d'émission des fumées à l'intérieur de la zone délimitée au droit du déflecteur du toit.

Caractéristiques

Débit:

- capteur frontal: 3 000 m³/h ;
- capteur latéral: 1 000 m³/h.

Vitesse:

- aux fentes: 1,8 à 4,7 m/s ;
- au droit du déflecteur du toit: 0,2 à 0,3 m/s.

Résultats des mesures de concentration en plomb dans l'atmosphère

Prélèvement individuel:

- moyenne géométrique: 0,03 mg/m³.

Prélèvement en ambiance:

- inférieur à 0,005 mg/m³

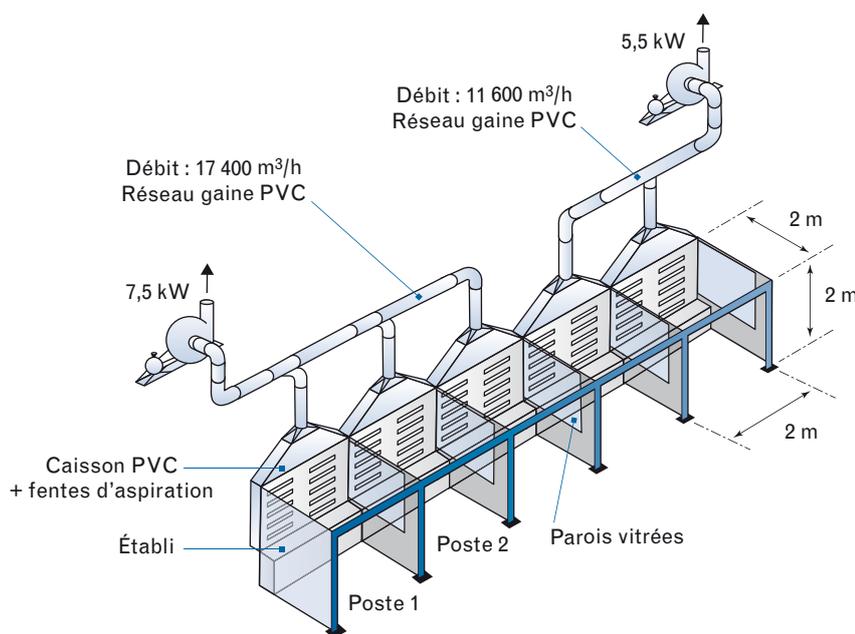


Fig. 14.

TABLEAU II

Nature du prélèvement	Travail effectué	Concentration en plomb en mg/m ³
Individuel	Démontage de radiateurs	0,026 - 0,034 0,042 - 0,047
	Réparation et remontage de radiateurs véhicules légers	0,010 - 0,011 - 0,016 0,021 - 0,024 - 0,031
	Réparation et remontage de radiateurs poids lourds	0,027 - 0,063
Ambiance		0,004 - 0,005

BIBLIOGRAPHIE

[1] Aide mémoire juridique. Prévention du risque chimique sur les lieux de travail. INRS, 2006, TJ 23.

[2] Guide pratique de ventilation n° 0 - Principes généraux de ventilation. INRS, 1989, ED 695.

[3] Aide mémoire juridique. Le bruit. INRS, 1998, TJ 17.

[4] Traitement acoustique des locaux de travail. 1. Aspects techniques et réglementaires. INRS, 1997, ED 68.

[5] Guide pratique de ventilation n° 1 - L'assainissement de l'air des locaux de travail. INRS, 1989, ED 651.

[6] Aide mémoire juridique. Aération et assainissement des lieux de travail. INRS, 2004, TJ 5.

[7] Guide pratique de ventilation n° 2 - Cuves et bains de traitement de surface. INRS, 2001, ED 651.

[8] Guide pratique de ventilation n° 9.1 - Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides. INRS, 2000, ED 839.

[9] Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. INRS, 2002, ED 750.

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 89 21 62 20
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallière
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@cramaquaine.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 Xaintraillies
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@cram-centre.fr

CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 79 00 64
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 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@cram-mp.fr

NORD-EST

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

NORD-PICARDIE

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

NORMANDIE

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

PAYS DE LA LOIRE

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

RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Aroche, 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. Cuves et bains de traitement de surface	ED 651
3. Mise en œuvre manuelle des polyesters 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	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. Application par pulvérisation de produits liquides. Cas particulier des objets lourds ou encombrants	ED 906
10. Le dossier d'installation de ventilation	ED6008
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
19. Usines de dépollution des eaux résiduaires et ouvrages d'assainissement	ED 820



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

Éditions INRS ED 752

2^e édition (2007) • réimpression juin 2008 • 1 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1514-6

