



15. réparation
des radiateurs automobiles

15. Réparation des radiateurs automobiles

Practical ventilation guide 15. Automobile radiator repairs

This guide was drawn up by a working group set up under the auspices of the CNAM National Sickness Insurance Fund and composed of CRAM (Regional Fund) and INRS experts on ventilation and chemical stressors. It is intended mainly for small- and medium-size enterprises where welded radiators are repaired.

The contents include : automobile radiator repair (description and risks) ; exposure limit values ; atmospheric lead concentrations and biological parameters ; general ventilation techniques ; technical solutions ; hygiene ; two practical examples.

Automobile industry / Radiator / Repair / Lead poisoning / Air cleansing / Exhaust ventilation

Ce document a été établi par un 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. Il s'adresse essentiellement aux PME-PMI ayant une activité de réparation de radiateurs soudés.

Au sommaire : réparation des radiateurs automobiles (description et risques) ; valeurs limites d'exposition : concentrations en plomb ambiant et paramètres biologiques ; techniques générales de ventilation ; solutions techniques ; hygiène ; description de deux réalisations.

Automobile / Industrie / Radiateur / Réparation / Saturnisme / Assainissement / Ventilation / Captage / Garage

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 les problèmes spécifiques rencontrés lors de la réparation de radiateurs soudés.

1. LA REPARATION DES RADIATEURS AUTOMOBILES

Pour les véhicules légers, il est préférable de parler de radiateurs soudés tant il est vrai que les radiateurs pour automobiles comportent de plus en plus de composants plastiques et sertis.

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 (supérieure), l'autre de sortie (inférieure), coiffent chaque extrémité du faisceau de tubes (fig. 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 d'une solution de chlorure de zinc dilué par trempage ou par application au pinceau.
7. « Etamage » éventuel des extrémités du faisceau et des réservoirs par trempage 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 – séchage.
10. Peinturage de l'ensemble.

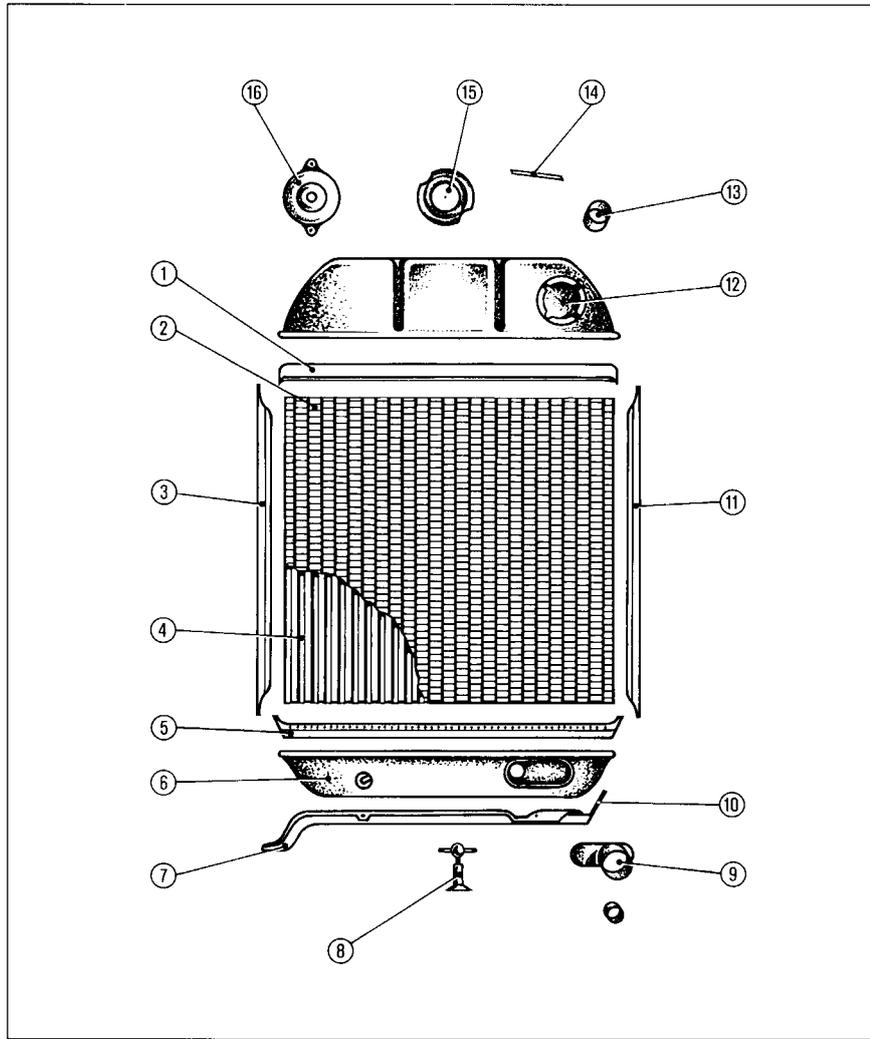


Fig. 1. Les différents éléments du radiateur

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1 – Collecteur d'entrée | 9 – Tubulure de sortie d'eau |
| 2 – Ailettes | 10 – Bandage |
| 3 – Joue gauche | 11 – Joue droite |
| 4 – Tubes | 12 – Boîte supérieure |
| 5 – Collecteur de sortie | 13 – Tubulure d'entrée d'eau |
| 6 – Boîte inférieure | 14 – Tube vapeur |
| 7 – Fixation inférieure droite | 15 – Embase de remplissage |
| 8 – Robinet de vidange | 16 – Bouchon pression-dépression |

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. Le risque majeur est 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. A 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

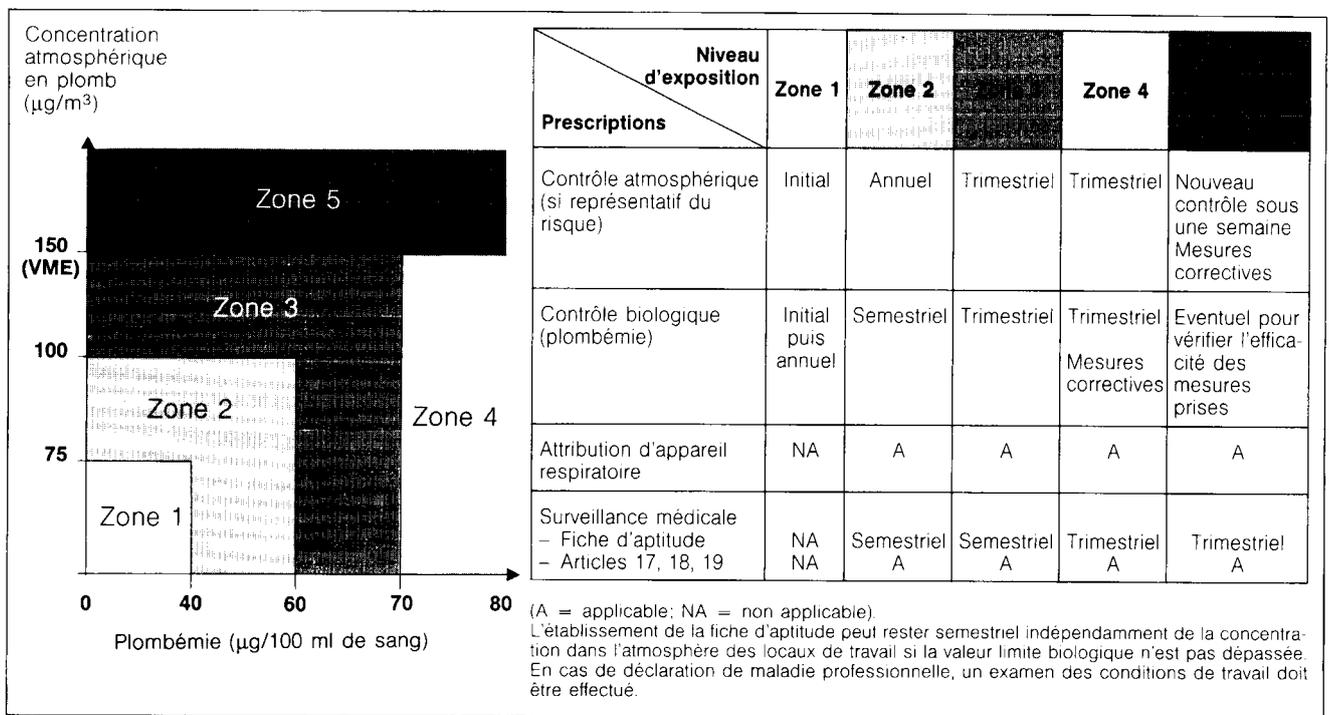


Fig. 2. Prescriptions applicables en fonction des niveaux d'exposition

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.

Les sols sont souvent maintenus humides par un arrosage fréquent, 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 aussi un rôle essentiel dans la prévention du risque de saturnisme. Très souvent, malheureusement, la nécessité d'observer strictement la réglementation [1, 2] ne semble pas perçue dans cette activité.

2. VALEURS LIMITES

D'EXPOSITION :

CONCENTRATION EN PLOMB

AMBIANT ET PARAMETRES

BIOLOGIQUES [1, 3, 4]

La réglementation française, issue de la directive européenne du 28 juillet 1982, a défini une valeur limite de moyenne d'exposition (VME) de $0,15 \text{ mg}/\text{m}^3$ pondérée en fonction du temps pour une période de travail de 40 heures par semaine. On trouvera notamment, dans le décret n° 88-120 du 1^{er} février 1988 relatif à la protection des travailleurs exposés au plomb métallique et à ses composés, les conditions de contrôle de l'exposition et de surveillance médicale.

L'arrêté du 15 septembre 1988, pris en application de l'article 16 du décret n° 88-120 du 1^{er} février 1988, fixe les instructions techniques que doivent respecter les médecins du travail assurant la surveillance médicale des salariés exposés et les valeurs de référence des paramètres biologiques représentatifs de l'exposition de ces travailleurs. La figure 2 résume les points essentiels de ces deux textes officiels.

Deux types de mesures permettent de juger du niveau d'exposition : la concentration atmosphérique en plomb dans les poussières inspirables (vapeurs, fumées ou poussières) et la plombémie (concentration de plomb dans le sang). En fonction des résultats du contrôle initial effectué sur toute nouvelle installation, après une modification ou un incident, une périodicité des contrôles de suivi est adoptée selon les indications de la figure 2.

3. TECHNIQUES GENERALES 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 *seule la ventilation par captage localisé des polluants devra être la solution retenue*.

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 « Principes généraux de ventilation » [5].

3.1. La ventilation par captage localisé

Les systèmes de captage seront 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, etc., de façon à, simultanément, *contenir* 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 de ce dernier. 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 (fig. 3).

3. Installer le dispositif de captage de telle sorte que les voies respiratoires de l'opérateur ne se trouvent pas entre lui et la source de polluants (fig. 4).

4. Utiliser les mouvements naturels des polluants. Dans le cas d'émission d'air pollué chaud, les dispositifs de captage seront placés de manière à tenir compte de la force ascensionnelle des gaz chauds et du débit d'air induit, en prenant soin toutefois de respecter le principe précédent.

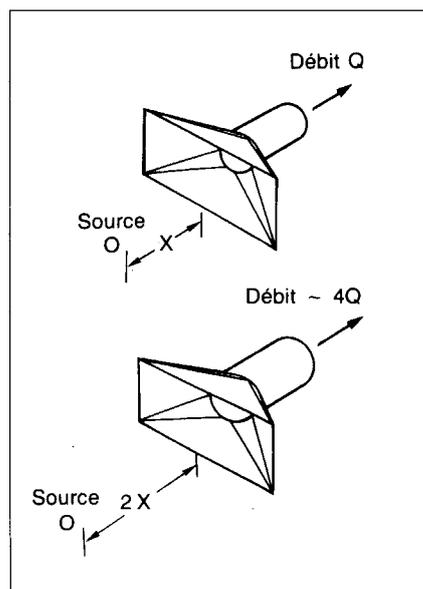


Fig. 3. Captage au plus près de la zone d'émission des polluants pour induire la même vitesse. A une distance double, il faut multiplier le débit par 4.

Fig. 4. a) Installation respectant le principe 3 b) Installation ne respectant pas le principe 3

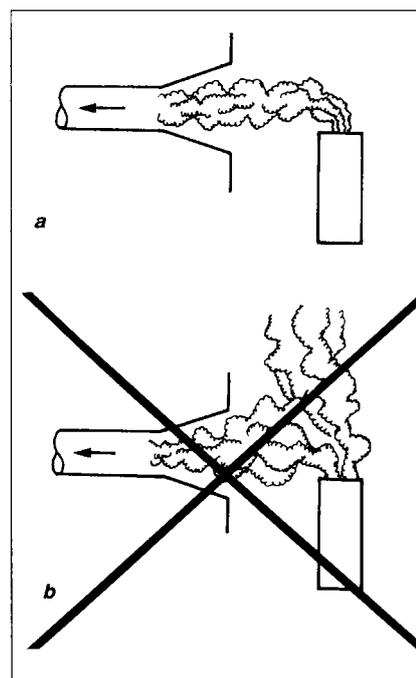
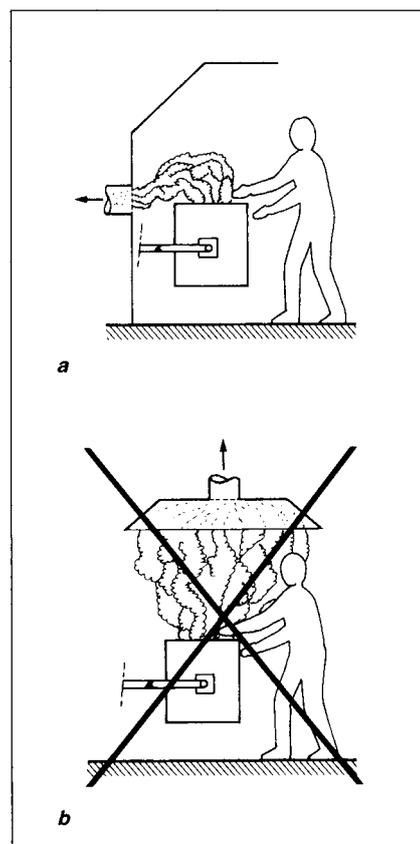


Fig. 5. Captage des polluants en induisant une vitesse d'air suffisante a) Vitesse induite au point d'émission suffisante b) Vitesse induite au point d'émission insuffisante

5. *Induire une vitesse d'air suffisante* à proximité de la zone d'émission des polluants, pour s'opposer aux effets dispersifs des courants d'air et aux mouvements initiaux de l'air pollué et pour l'obliger à s'écouler à l'intérieur du réseau d'aspiration (fig. 5).

6. *Répartir uniformément les vitesses d'air* au niveau de la zone de captage, pour éviter que de l'air pollué ne s'échappe par les zones de plus faible vitesse d'aspiration (fig. 6 et 7).

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

8. *Eviter 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. *L'installation de ventilation ne devra 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 :

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

Q [m³/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 [m³/s] : débit de ventilation de l'ensemble i des dispositifs de captage localisé.

Si l'efficacité du dispositif de captage n'est pas connue (par des mesures ou par les indications du constructeur), on pourra, en première approximation, choisir arbitrairement un débit de ven-

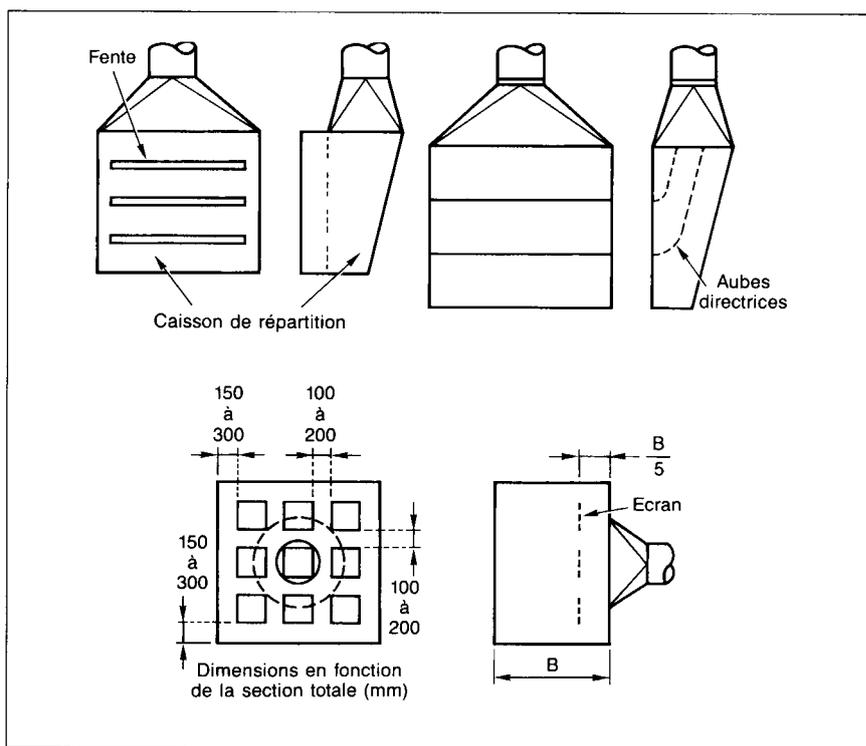
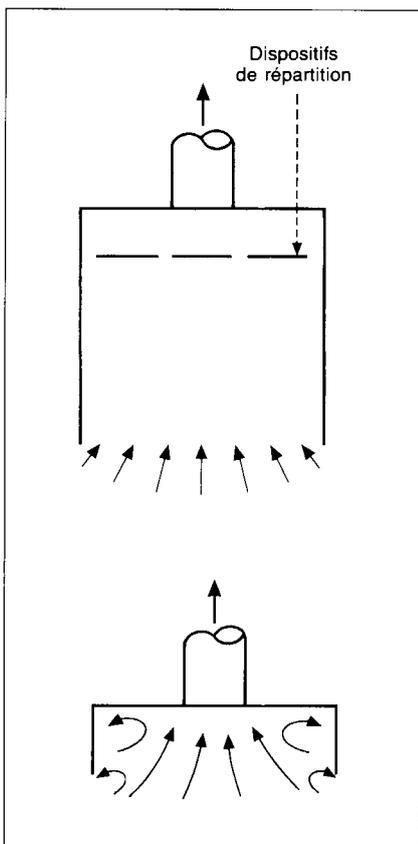
tilation complémentaire égal à 25 % de Q_i.

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

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 ;



◀ Fig. 6. Répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage des polluants (vue de dessus)

▲ Fig. 7. Répartition des vitesses à l'entrée d'une bouche d'aspiration

b) **éliminer les courants d'air** provenant des ouvertures (portes, fenêtres, etc.) 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 devra être chauffé si nécessaire ; il devra être 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 devra se faire aux points les plus proches des zones de travail. La méthode choisie pour amener cet air variera en fonction de la disposition du local et du processus de fabrication. En règle générale, on veillera à ce que l'air

propre passe au niveau des voies respiratoires de l'opérateur (fig. 8).

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 dispersant 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, etc.).

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 doit s'effectuer en dehors des zones de prise d'air propre. L'air doit être 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 à 80 dB(A), le spectre sonore étant situé en dessous de la courbe NR 75 (cf. norme française S 30-010).

Ceci sera réalisé par :

- le choix de ventilateurs à faible puissance acoustique,
- l'éloignement des sources de bruit (en particulier les ventilateurs ou leur encoffrement,
- l'élimination des vibrations sur tous les dispositifs de ventilation,
- la pose de 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 pourra se référer aux ouvrages cités dans la bibliographie, en particulier [5, 6].

La notice d'instruction et le dossier d'installation du dispositif de captage de ventilation doivent être établis par l'installateur conformément aux décrets n°s 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 [2].

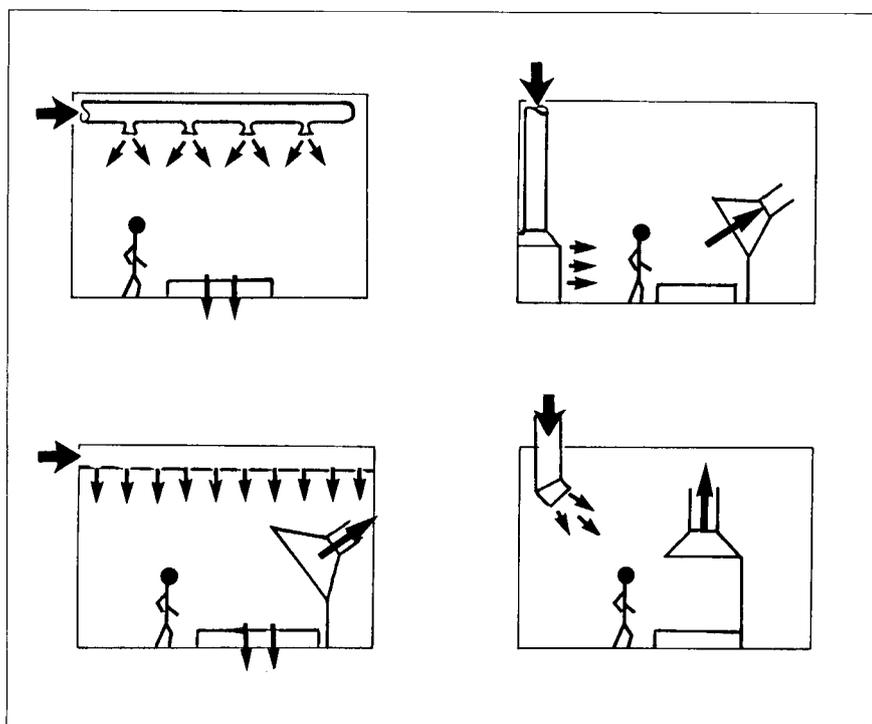


Fig. 8. Exemples de dispositifs d'apport d'air de compensation

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

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 peut fournir des renseignements sur les conditions de dispersion des polluants, l'efficacité du captage, l'influence des courants d'air, etc.

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 devra 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. Parmi celles-ci, les plus courantes sont :

- 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 méthode 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.

4. SOLUTIONS TECHNIQUES

La réparation de radiateurs se compose principalement de trois étapes 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,
- 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 aérosols corrosifs, irritants pour la peau, les muqueuses et les voies respiratoires.

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 9 et le tableau I.

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

$$Q = S q$$

$S [m^2]$: surface du bain ;

$q [m^3.s^{-1}.m^{-2}]$: débit d'aspiration par unité de surface.

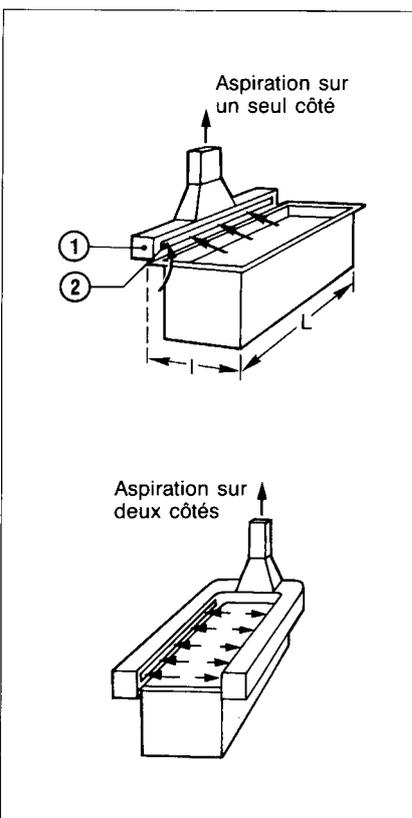
- $q = 0,75 m^3.s^{-1}.m^{-2}$ si la cuve est placée contre une paroi ou un écran ;

- $q = 1 m^3.s^{-1}.m^{-2}$ sinon.

Les matériaux constituant les dispositifs de captage doivent être résistants à la corrosion des vapeurs ; chaque type de bain doit avoir 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.



◀ Fig. 9. Dispositifs d'aspiration latérale et bilatérale

1. Vitesse dans le caisson de répartition = $V_f/2$
2. Vitesse au niveau de la fente : $V_f = 5$ à 10 m/s

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)

4.2. Le poste de démontage-montage

4.2.1. Cabine ouverte (fig. 10)

Ce dispositif de ventilation devrait être retenu en premier lieu 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 doit être en place de telle sorte que le radiateur ne soit pas perpendiculaire au flux d'air.

La compensation de l'air extrait se fera par des apports d'air propre équivalents, réchauffé en période froide et 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) devront être résistants à la corrosion des polluants. A titre indicatif, le PVC rigide semble donner satisfaction.

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

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

Le débit effectif Q [m³/s] sera égal à $Q = S V$

4.2.2. Dispositif inducteur décalé (fig. 11)

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

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

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

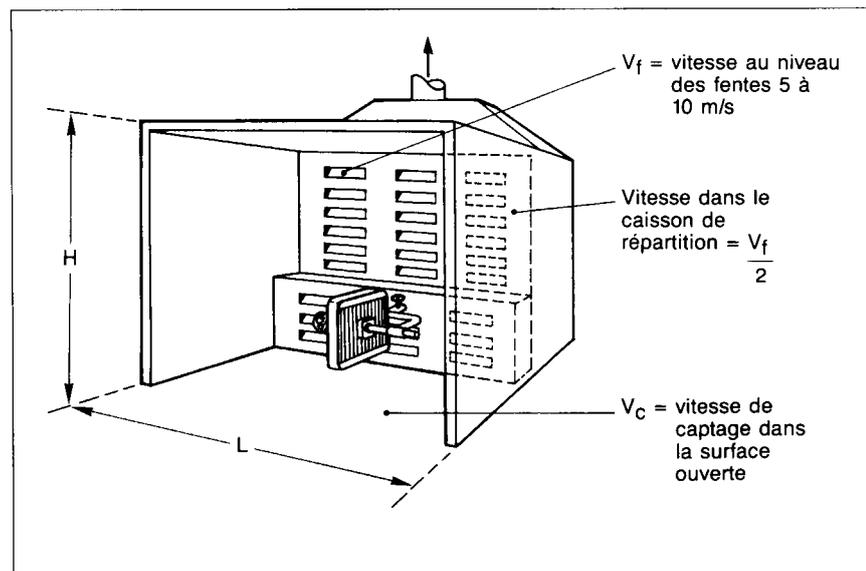


Fig. 10. Poste de montage/démontage : cabine ouverte

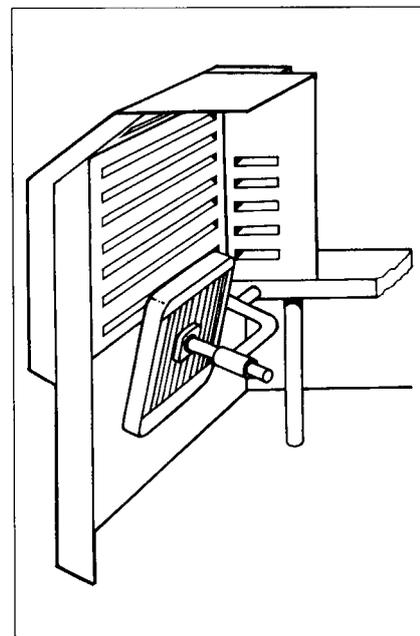


Fig. 11. Poste de démontage-montage : exemple de dispositif inducteur décalé

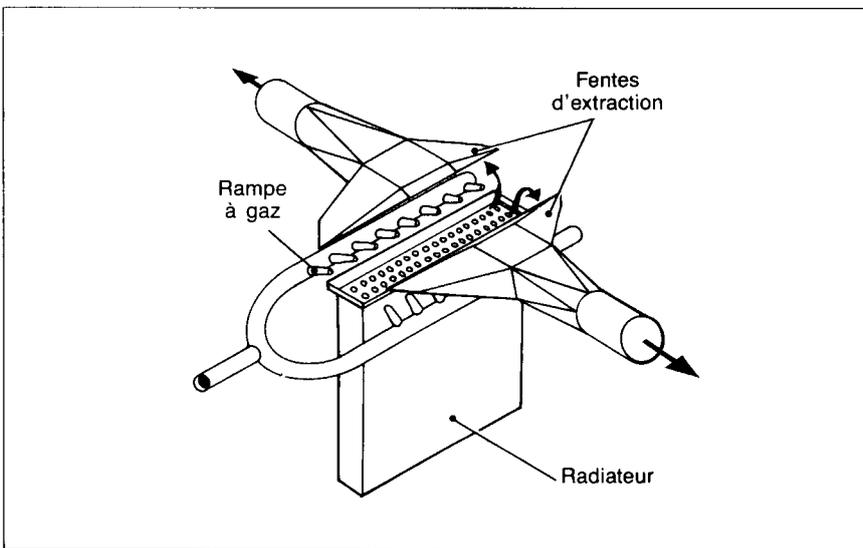


Fig. 12. Poste de démontage automatisé : captage bilatéral

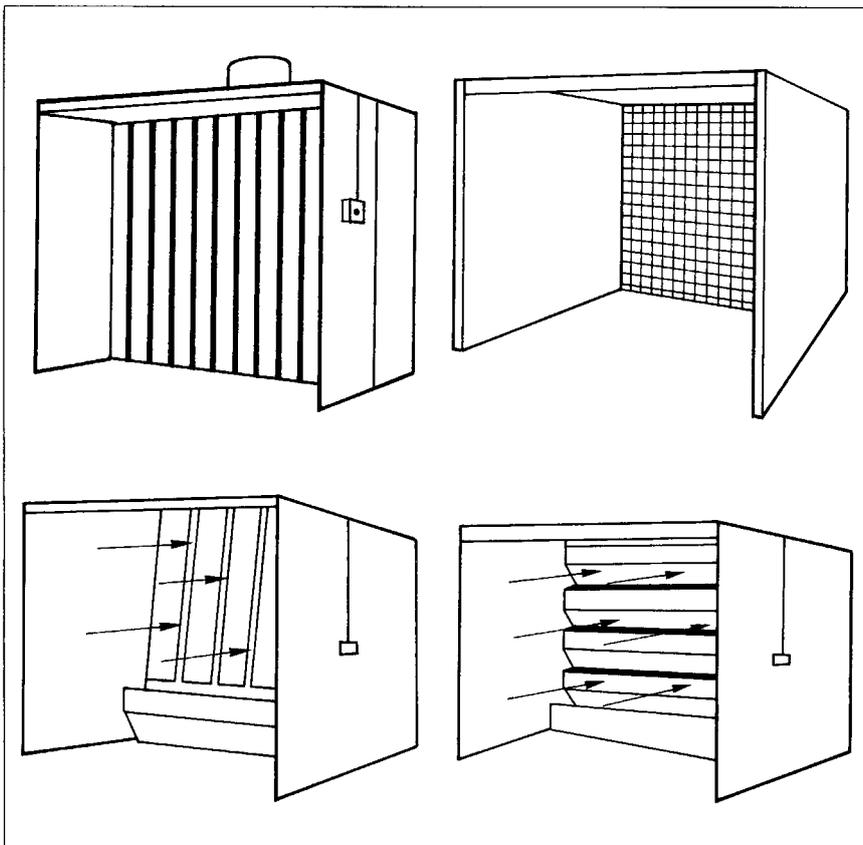
4.2.3. Postes de démontage automatisé

La répétition de certaines opérations, principalement le chauffage des collecteurs, autorise une certaine automatisation des travaux de démontage. 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 vapeurs de plomb. Dans le plan d'ouverture d'un tel dispositif, la vitesse de captage sera au moins égale à 1 m/s (fig. 12).

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 (fig. 13)

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.

Les vitesses d'air dans la surface ouverte S [m^2] de la cabine seront 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 sera supérieure à celle de l'objet d'au moins 1,20 m.

Le débit effectif Q [m^3/s] sera égal à :
 $Q = S V$.

◀ Fig. 13. Exemples de cabines de peinture

4.4. Les opérations annexes

Les opérations diverses telles que reprise, récupération, brossage, ponçage, grattage, etc. 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 (fig. 14a)

$$Q = \lambda \cdot l \cdot L \cdot V_c$$

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 (fig. 14b)

$$Q = A \cdot V_g$$

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. HYGIENE

Parmi les voies de pénétration du plomb dans l'organisme, la voie digestive occupe une place privilégiée et représente 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 [1]. Elle conduit aux applications pratiques énoncées ci-dessous.

5.1. Les vestiaires et les installations sanitaires

Les salariés doivent disposer d'armoires-vestiaires individuelles présentant un compartiment réservé aux vêtements de travail.

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.

Afin de maintenir l'efficacité de ces installations, le contrôle de leur fonctionnement et, éventuellement, leur entretien, ainsi que le contrôle de l'approvisionnement en équipements doivent être assurés. 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 hebdomadaire au moins.

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 les 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...

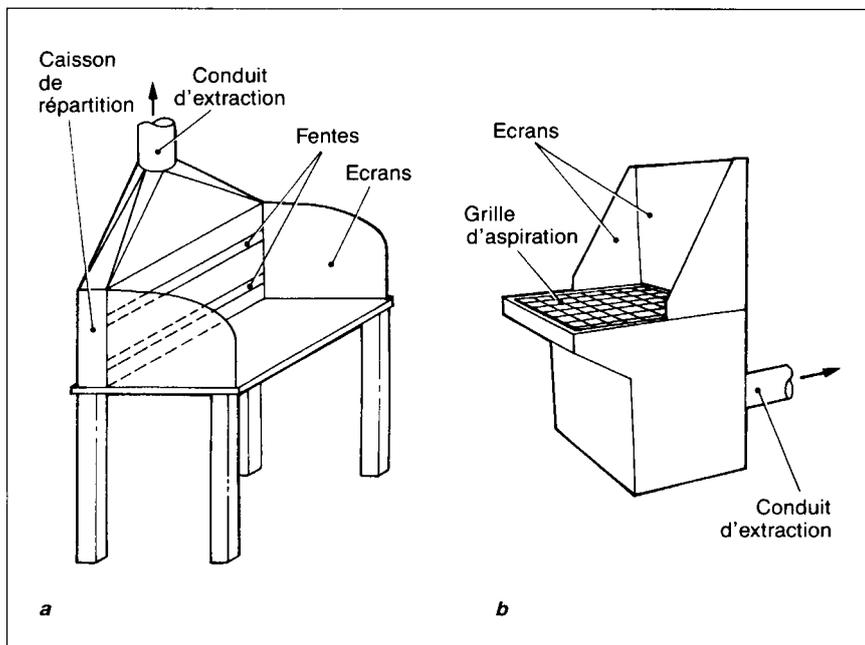


Fig. 14. Exemples de tables à aspiration
a) Vers l'arrière
b) Vers le bas

En cas d'utilisation d'appareils filtrants antipoussière, il est impératif de limiter le choix à des matériels dont les filtres sont au moins de classe 2 : P2, FF2, PH2 ou PM2 dans le cas des appareils à ventilation assistée [11].

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 ou boire et de mâcher du chewing-gum dans les ateliers et, plus généralement, partout où 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 seront annexées les consignes des différents postes de travail.

L'initiative de l'élaboration de ce document appartient à l'employeur qui tiendra 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 prévoira aussi la formation due aux nouveaux embauchés ou aux salariés changeant de poste. Le document évoqué ci-dessus pourra 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 [10].

6. EXEMPLES DE REALISATIONS

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 (fig. 15 et 16) :

– 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 extracteur 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 sont présentés dans le tableau II.

Fig. 15 et 16

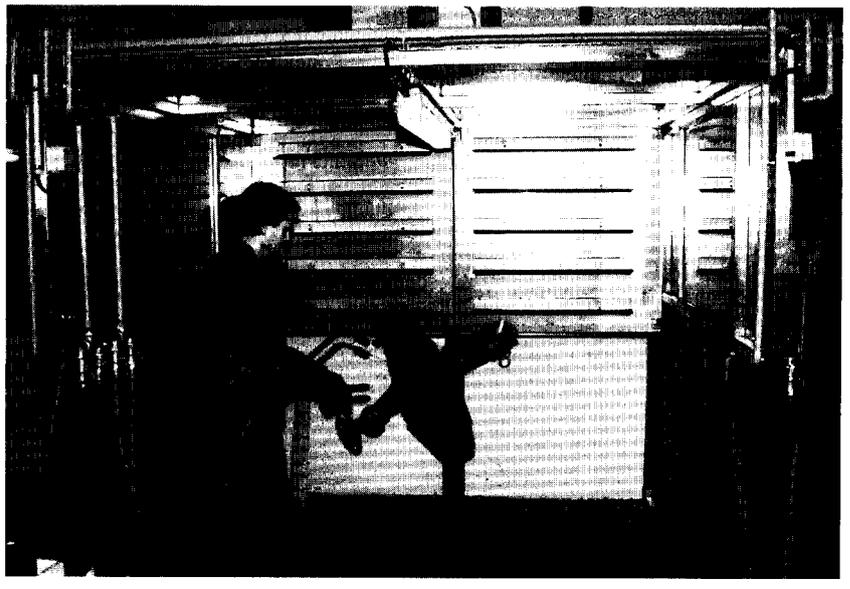
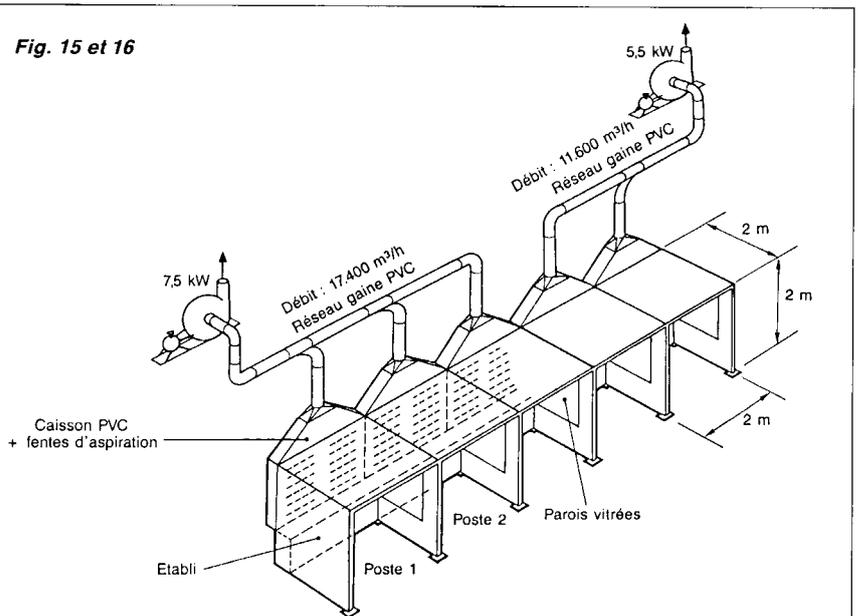


TABLEAU II

Nature du prélèvement	Travail effectué	Concentration en plomb en mg/m ³
	Démontage de radiateurs	0,026-0,034 0,042-0,047
Individuel	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

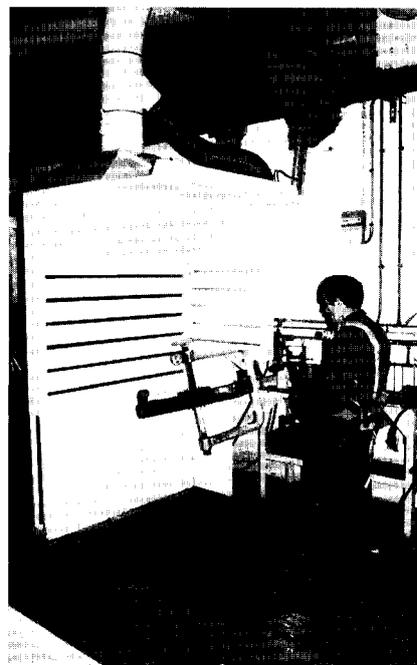


Fig. 17 ►

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 9 (fig. 17).

Le positionnement des capteurs exige de manipuler les radiateurs y compris de poids lourds sur les 2 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.

Bibliographie

1. Décret n° 88-120 du 1^{er} février 1988 relatif à la protection des travailleurs exposés au plomb métallique et à ses composés (*J.O.* du 5 février 1988, p. 1758). Arrêtés d'application du 11 avril 1988 (*J.O.* du 19 avril 1988, p. 5188) et du 15 septembre 1988 (*J.O.* du 22 octobre 1988, p. 13346).
2. Ministère du Travail - Aération et assainissement des ambiances de travail. Réglementation générale. Paris, INRS, 1991. ED 720, 48 p.
3. Arrêté du 15 septembre 1988. *J.O.* du 22 octobre 1988, p. 13346.
4. Plomb et santé dans l'industrie. Paris, Centre d'Information du plomb, 1990. 62 p.
5. Guide pratique de ventilation. 0 - Principes généraux de ventilation. Paris, INRS, 1989, ED 695, 34 p.
6. Guide pratique de ventilation. 1 - L'assainissement de l'air des locaux de travail. Paris, INRS, 1991, ED 657, 20 p.
7. Guide pratique de ventilation: 2 - Cuves et baigns de traitement de surface. Paris, INRS, 1989. ED 651, 28 p.
8. Guide pratique de ventilation. 7 - Opération de soudage à l'arc. Paris, INRS, 1990. ED 668, 16 p.
9. Guide pratique de ventilation. 9 - Ventilation des cabines de peinture. Paris, INRS, 1991, ED 663, 20 p.
10. DAILY S. - Plomb et santé. Quelques données cliniques récentes. *Documents pour le Médecin du Travail*, 1988, 33, TC 25.
11. Fiche pratique de sécurité - Les appareils de protection respiratoire. Paris, INRS, 1988, ED 005, 4 p. ■



Édition INRS **ED 752**, 1^{re} édition, septembre 1992, 8 000 ex.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ

30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris Cedex 14

Tiré à part des cahiers de notes documentaires, 2^e trimestre 1992, n° 147 - N° CPPAP 804 AD/PC/DC du 14-03-1985
Directeur de la publication : D. MOYEN - Imprimerie CHIRAT N° 7122
ISSN 0007-9952 - ISBN 2-7389-0225-1