

# Chapitre 2

## Les risques liés aux fumées et aux gaz

- 1 Identification des risques
- 2 Valeurs d'exposition
- 3 Méthodes de prévention

# 1. Identification des risques

## A. Les fumées et les gaz de soudage et de coupage

- **Nature**

Les produits générés lors du soudage et du coupage sont de deux natures : **les fumées et les gaz**.

La présence d'un métal en fusion libère dans l'air des molécules de métal qui, très rapidement, se combinent à l'oxygène de l'air et forment des oxydes métalliques complexes. Les particules d'oxydes métalliques forment un nuage de fumée facilement visible près du soudeur. La taille des particules générées est variable de quelques dixièmes de microns à des dizaines de microns. Les particules inférieures au micron peuvent se trouver en suspension (selon leur nature) et être inhalées. Les particules du nuage de fumée sont très fines et peuvent demeurer en suspension dans l'air jusqu'à huit heures avant de se déposer.

À ces oxydes métalliques se rajoutent des substances complexes produites par la possible combustion de solvant, d'huile ou d'autres matières recouvrant les pièces à souder.

Contrairement aux fumées, les gaz émis ne sont pas des particules solides ; tout comme l'air, ils ne sont pas visibles. Les gaz générés lors du soudage peuvent être plus légers ou plus lourds que l'air.

Les gaz de soudage et de coupage présentent tous un risque potentiel pour l'opérateur. Les fiches de sécurité sont généralement mises à disposition de l'utilisateur par le fournisseur et il convient de s'assurer que ces fiches soient lues et comprises.

- **Provenance**

Les fumées et les gaz produits lors du soudage et du coupage ont plusieurs origines.

### **Métal de base**

Le métal de base est le métal sur lequel un travail de soudage ou de coupage est effectué. La fusion du métal de base produit des fumées (oxydes métalliques) – effet de vaporisation, ébullition.

### **Métal d'apport**

Le métal d'apport est celui que l'on ajoute pour effectuer la soudure. La fusion du métal d'apport produit également des fumées (oxydes métalliques) – effet de vaporisation-ébullition, turbulences et instabilités d'arc.

### **Enrobage (flux) soudage par électrode enrobée**

Le fondant produit des fumées et des gaz de protection. Le fondant génère une bonne partie des fumées présentes dans l'environnement du soudeur.

### **Gaz de protection**

Les gaz de protection acheminés auprès de la soudure se répandent dans l'environnement du soudeur.

### **Solvants**

Les soudeurs ont souvent besoin d'enlever l'huile et la graisse qui recouvrent une pièce avant de pouvoir la souder. Lorsque les solvants résiduels sont soumis aux rayons ultraviolets et à la chaleur de l'arc de soudage, ils peuvent se décomposer et produire des polluants dans le milieu de travail. Certains solvants contenant du chlore, tels le trichloroéthylène et le perchloroéthylène, produisent des gaz particulièrement irritants comme le phosgène ( $\text{COCl}_2$ ), le chlore ( $\text{Cl}_2$ ) et le chlorure d'hydrogène ( $\text{HCl}$ ). Même si le travail de dégraissage s'effectue loin du lieu de soudage, il pourrait y avoir formation de gaz nocif si le système de ventilation entraîne les polluants vers le lieu de soudage.

Il convient de s'assurer que la pièce traitée est exempte de solvant avant le soudage (séchage).

### Matières recouvrant le métal à souder

Le métal à souder peut être recouvert de peinture, d'anti-rouille, de produits de finition ou d'autres substances susceptibles de générer des gaz et des fumées lors de la combustion sous l'effet de la chaleur. Les produits de combustion peuvent être particulièrement toxiques s'il s'agit, par exemple, de peintures contenant du plomb ou des isocyanates. Les revêtements de polyuréthane peuvent produire du formaldéhyde et du diisocyanate de toluène. Les résines d'époxydes peuvent produire du cyanure d'hydrogène et du monoxyde de carbone. Le vinyle peut dégager du chlorure d'hydrogène et les peintures anti-rouilles peuvent dégager de la phosphine. Il convient que l'utilisateur s'informe des risques éventuels liés aux revêtements en utilisant les fiches de sécurité correspondantes.

- Concentration des fumées selon le procédé**

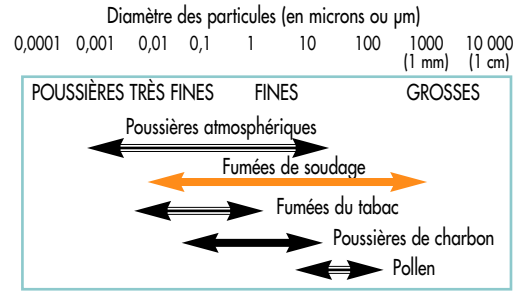
Le graphique ci-dessous (voir figure 2.3), indique les taux de production de fumées générées par différentes combinaisons de procédés et de métaux soudés.

Les taux de production de fumées s'expriment en grammes par minute de temps de soudage. Le graphique illustre des plages de taux, car de nombreux facteurs influencent la production de fumées pour un même procédé. Les valeurs dépendent, entre autres, de l'intensité du courant, de la composition du métal d'apport, des gaz de protection, de la tension choisie etc.

Dans le coupage au laser, la puissance utilisée et la pression du gaz de coupe sont également des facteurs de très grande importance.

Le procédé qui génère le plus de fumées est le semi-automatique avec fil fourré (FCAW) en particulier le fil fourré rutile ou le fil fourré sans gaz de protection. Par contre, le MMA est le procédé qui génère le plus de fumées par rapport à la quantité de métal d'apport déposé. Si son taux de production de fumées par minute est plus bas, c'est dû au fait qu'il est beaucoup plus lent.

Il ne faut pas oublier qu'un procédé produisant moins de fumées n'est pas nécessairement moins toxique.

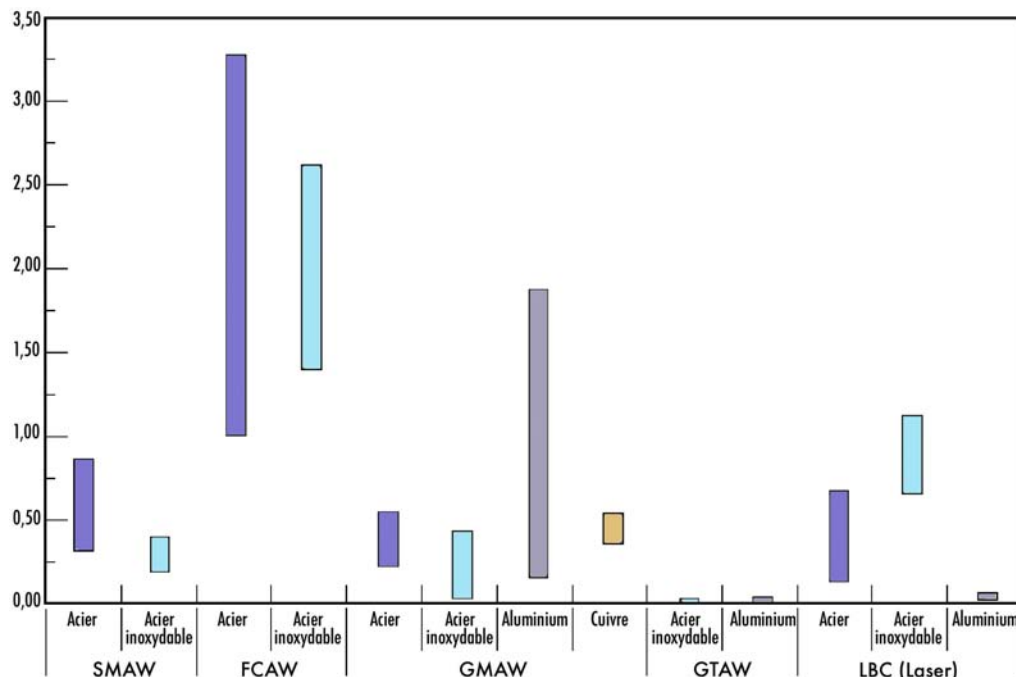


**Figure 2.1 :**  
Grosseur type des particules en suspension dans l'air



**Figure 2.2 :**  
Sources des fumées et des gaz lors du soudage

**Figure 2.3 :**  
Taux de production de fumées de divers procédés à différents métaux



## B. Les mécanismes de défense du poumon

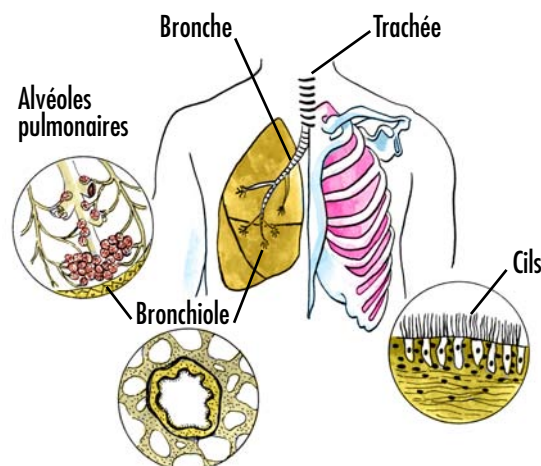
Les fumées et les émissions gazeuses ont comme première cible les poumons. Le rôle du poumon est de distribuer l'oxygène dans le sang et d'évacuer le bioxyde de carbone qui s'y est accumulé.

L'air pénètre par la trachée et se dirige dans une série de canalisations, les bronches, qui se ramifient en bronchioles (petites bronches). À l'extrémité des bronchioles, on trouve de petits sacs à paroi très mince qu'on appelle alvéoles. C'est à travers cette membrane très mince que l'échange gazeux se produit (échange de l'oxygène et du bioxyde de carbone).

Le système respiratoire possède des mécanismes de défense qui aident à éliminer certaines substances indésirables. Avec le temps, si la concentration et la toxicité des produits sont élevées, les mécanismes de défense peuvent s'user et devenir beaucoup moins efficaces.

Seules les particules en suspension dans l'air et possédant une taille inférieure à 0,1 micromètre peuvent être transmises par les alvéoles.

- **Mucus**  
Du nez jusqu'aux bronches, les voies respiratoires sont tapissées de cellules ayant pour fonction de sécréter une substance collante (mucus) qui aide à retenir les poussières.
- **Action des cils**  
Des cils microscopiques situés dans le pharynx, dans les bronches et dans les bronchioles battent vers le haut de façon à faire remonter les parties agglutinées (poussières et mucus). Ce mécanisme permet de débarrasser les voies respiratoires des plus grosses particules par la toux et les crachats. Lorsque les particules sont relativement petites, comme c'est le cas pour les gaz et les fumées, elles peuvent se rendre jusqu'au niveau des alvéoles sans être arrêtées par le mécanisme de défense des cils et du mucus. Ces particules peuvent se déposer sur place et provoquer des effets nuisibles.
- **La toux**  
Les muscles sollicités par la toux provoquent le rétrécissement du diamètre des bronches et des bronchioles, ce qui a pour effet de chasser l'air violemment et d'entraîner l'agent agresseur. C'est ce qui se produit lorsqu'on s'étouffe en mangeant.
- **Autres mécanismes de défense**  
Dans l'alvéole, des phagocytes (cellules spécialisées) peuvent avaler les particules et en débarrasser l'alvéole ; c'est ce qu'on appelle la phagocytose. Quand les particules sont insolubles ou toxiques pour les phagocytes, l'organisme tente d'isoler l'agresseur en produisant du tissu cicatriciel qui entoure la particule. Cette fibrose peut nuire aux échanges gazeux et réduire la capacité du poumon à oxygéner l'organisme.



Vue en coupe d'une bronche

Figure 2.4 :  
Description du poumon

## C. Les effets des fumées et des gaz sur la santé

Les fumées et les gaz peuvent avoir des effets nocifs sur les voies respiratoires du soudeur à divers niveaux, selon leur concentration et leur toxicité.

On regroupe les polluants en six catégories selon les effets qu'ils ont sur la santé des travailleurs. Le tableau 2.1 présente ces catégories et des exemples d'agresseurs.

Tableau 2.1 : Les effets des fumées et des gaz sur la santé

Catégories de polluants	Description des effets	Exemples d'agresseurs (fumée ou gaz)
Asphyxiants	Asphyxiants simples : se substituent à l'oxygène de l'air et nuisent à la respiration. Asphyxiants chimiques : par une réaction chimique, réduisent la capacité de l'organisme à utiliser l'oxygène qui est disponible.	Acétylène, argon, ...  Monoxyde de carbone (CO).
Allergisants	Déclenchent des réactions de type allergique au contact des parois des bronches et des bronchioles (par exemple, le rétrécissement des bronchioles dans le cas de l'asthme).	Chrome et zinc.
Fibrosants	Se rendent jusqu'aux alvéoles et provoquent une réaction de défense qui produira un épaissement de la paroi et une réduction des échanges gazeux.	Amiante, béryllium, fer et silice.
Irritants	Créent une inflammation au niveau des yeux, des muqueuses nasales et des voies respiratoires. Certains irritants pourront, après des expositions répétées, avoir des effets fibrosants.	Ozone, oxyde d'azote, phosgène, phosphine, cadmium, chrome, cuivre, manganèse, magnésium, molybdène, zinc et tungstène.
Cancérogènes	Sont susceptibles de causer des cancers.	Chrome, cadmium et nickel.
Toxiques	Utilisent le poumon comme porte d'entrée dans l'organisme, passent dans le sang et nuisent au fonctionnement d'autres organes.	Plomb et manganèse.

## 2. Valeurs d'exposition

La section précédente traitait en détail des effets des fumées et des gaz sur la santé dans le but de sensibiliser les soudeurs et les travailleurs aux maladies qui les guettent si le milieu de travail ne possède pas des méthodes de prévention adéquates. Avant d'exposer ces mesures de prévention, il faut faire le lien avec les valeurs d'exposition permises selon la réglementation applicable.

Les polluants présents dans le milieu de travail sont régis par la directive 91/322/CEE du 29 mai 1991 qui prescrit des valeurs limites d'exposition. En droit français, ces valeurs sont données dans la circulaire du 19 juillet 1982 relative aux valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses

dans l'atmosphère des lieux de travail complétée et modifiée en dernier lieu par la circulaire DRT numéro 96-8 du 21 août 1996 (voir BO ministère du travail n°82/38) et par la directive 2000/39/CE transposée dans l'arrêté du 30 juin 2004 établissant la liste des valeurs limites d'exposition professionnelle indicatives pour certaines substances.

Voici un tableau qui présente les principales valeurs limites d'exposition pour les substances les plus fréquemment échantillonnées en milieu de travail pour des activités de soudage et de coupage (extrait de l'arrêté du 30 juin 2004) :

Einecs (1)	CAS (2)	Dénomination de l'agent	Valeurs limites d'exposition (3)	
			mg/m <sup>3</sup> (4)	ppm (5)
2 001 933	54-11-5	Nicotine (6)	0,5	-
2 005 791	64-18-6	Acide formique	9	5
2 005 807	64-19-7	Acide acétique	25	10
2 006 596	67-56-1	Méthanol	260	200
2 008 352	75-05-8	Acétonitrile	70	40
2 018 659	88-89-1	Acide picrique (6)	0,1	-
2 020 495	91-20-3	Naphtalène	50	10
2 027 160	98-95-3	Nitrobenzène	5	1
2 035 852	108-46-3	Résorcinol (6)	45	10
2 037 163	109-89-7	Diéthylamine	30	10
2 038 099	110-86-1	Pyridine (6)	15	5
2 046 969	124-38-9	Dioxyde de carbone	9 000	5 000
2 056 343	144-62-7	Acide oxalique (6)	1	-
2 069 923	420-04-2	Cyanamide (6)	2	-
2 151 373	1305-62-0	Dihydroxyde de calcium (6)	5	-
2 152 361	1314-56-3	Pentaoxyde de diphosphore (6)	1	-
2 152 424	1314-80-3	Pentasulfure de diphosphore (6)	1	-
2 152 932	1319-77-3	Crésols (tous isomères) (6)	22	5
2 311 161	7440-06-4	Platine (métallique) (6)	1	-
2 314 843	7580-67-8	Hydruure de lithium (6)	0,025	-
2 317 781	7726-95-6	Brome (6)	0,7	0,1
2 330 603	10026-13-8	Pentachlorure de phosphore (6)	1	-
2 332 710	10102-43-9	Monoxyde d'azote	30	25
	8003-34-7	Pyrèthre	5	-
		Baryum (composés solubles en Ba) (6)	0,5	-
		Argent (composés solubles en Ag) (6)	0,01	-
		Étain (composés inorganiques en Sn) (6)	2	-

(1) EINECS : European Inventory of Existing Chemical Substances

(2) CAS : Chemical Abstract Service Number.

(3) Mesurées ou calculées en fonction d'une période référence de 8 heures.

(4) mg/m<sup>3</sup> = milligrammes par mètre cube d'air à 20 °C et 101,3 kPa (avec une pression de mercure de 760 mm).

(5) ppm = parts par million et par volume d'air (ml/m<sup>3</sup>).

(6) Les données scientifiques existantes concernant les effets sur la santé semblent être particulièrement limitées.

### Important

L'article R 232 -5-1 du code du travail considère comme poussière toute particule solide dont le diamètre aérodynamique est au plus égal à 100 micromètres ou dont la vitesse limite de chute, dans les conditions normales de température, est au plus égale à 0,25 m/s. Les poussières ainsi définies sont

appelées « poussières totales ». Toute poussière susceptible d'atteindre les alvéoles pulmonaires est considérée comme « poussière alvéolaire ».

L'article R 232-5-5 du code du travail limite les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par personne, évaluées sur une période de huit heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 milligrammes par mètre cube d'air.





# 3. Méthodes de prévention

La réglementation sur la santé et la sécurité du travail a pour objet l'élimination à la source même des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs. Pour atteindre cet objectif et afin de diminuer l'exposition des travailleurs aux polluants, trois grands principes pourront être appliqués, dans l'ordre suivant :

- la diminution du taux de production de fumées et de polluants,
- le captage à la source des fumées et des polluants,
- la dilution des polluants et la protection respiratoire individuelle.

## A. Méthodes du taux de production de fumées et de polluants

### • Préparation des pièces à souder

Plusieurs polluants proviennent des matières recouvrant le métal à souder ou des solvants utilisés pour le dégraissage.

Ainsi, il faut s'assurer de prendre les mesures suivantes avant de souder ou de couper une pièce :

- enlever la peinture, l'huile ou tout autre recouvrement de surface,
- éviter d'utiliser des solvants chlorés. Si on doit absolument en utiliser, prévoir le captage à la source des émanations au poste de dégraissage et assurer une distance minimale entre le lieu de soudage et le lieu de dégraissage (à titre d'indication : 15 m si aucun mouvement d'air parasite est susceptible de déplacer les émanations),
- s'assurer d'un temps de séchage suffisant des solvants pour éviter qu'il y ait des résidus.

### • Modifications du procédé

Pour réduire la production de fumées et de polluants, on pourrait envisager d'apporter certaines modifications au procédé. Il s'agit d'évaluer celles qui ne diminueraient pas la qualité de soudure. Voici quelques pistes à explorer :

- Peut-on modifier le procédé de soudage ?  
Dans l'industrie, le procédé à fil fourré sans gaz (FCAW) est souvent remplacé par les procédés MIG/MAG ou fil fourré avec gaz qui produisent moins de fumées. Le soudage MAG pulsé en fil plein permet de réduire considérablement le taux d'émission par rapport au soudage dans le domaine globulaire.

- Dans le cas du coupage plasma peut-on couper avec vortex eau ?

L'utilisation du vortex eau amène une diminution du niveau sonore ainsi qu'une diminution des émissions de NOx.

- Peut-on modifier la composition de l'enrobage de l'électrode ou du flux du fil fourré ?

Une composition différente de l'enrobage de l'électrode peut réduire les émanations de fumées tout en conservant la même qualité de la soudure.

- Peut-on réduire l'intensité du courant ?

En général, plus l'intensité du courant est élevée, plus il y a émission de fumées.

- Peut-on modifier le diamètre des électrodes ?

Moins l'électrode est grosse, moins le courant requis est élevé. Il y a donc moins de production de fumées.

- Peut-on réduire la longueur de l'arc ?

Moins l'arc est long, moins il y a production de fumées.

- Peut-on changer le gaz de protection ?

Le genre de gaz de protection utilisé peut contribuer à réduire le volume des émanations. Par exemple : le volume des émanations peut être réduit de plus de 80 % lorsqu'on ajoute de l'argon au CO<sub>2</sub> au lieu de l'utiliser à l'état pur. Le choix d'un gaz à forte concentration d'argon permet d'atteindre plus rapidement le domaine de pulvérisation axiale, domaine présentant un faible taux d'émission. Les émissions de monoxyde de carbone sont directement proportionnelles à la teneur de CO<sub>2</sub> dans le gaz de protection.

Dans le cas du soudage TIG des émissions gazeuses, telles que l'ozone, peuvent être considérablement réduites en utilisant des mélanges contenant l'hydrogène ou l'hélium.

## B. Captage à la source des fumées et des polluants

### • **Aspiration locale (ou à la source)**

La ventilation par aspiration locale ou à la source consiste à capter les fumées et les gaz avant qu'ils n'atteignent la zone respiratoire du travailleur.

L'aspiration peut s'effectuer par le côté, par le bas ou par le haut. Dans le cas du coupage plasma, ces trois façons de captage peuvent être utilisées en même temps.

#### Composantes d'un système de captage

1. **Le capteur** : dispositif permettant de capter l'air contaminé.
2. **Les conduits d'évacuation** : tuyauterie permettant d'acheminer l'air contaminé à l'extérieur du lieu de travail.
3. **L'unité de filtration** : dispositif permettant de filtrer l'air avant de le rejeter et de le refaire circuler.
4. **L'unité d'aspiration** : évacuateur permettant l'aspiration de l'air contaminé à travers le réseau de tuyauterie.

#### Réglementation

- l'article R 232-5 du code du travail (R 232-5-1 à R 232-5-14 : décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail) ;
- la circulaire du 9 mai 1985 relative au commentaire technique des décrets 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 ;
- l'arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail ;
- l'arrêté du 9 octobre 1987 relatif au contrôle de l'aération et de l'assainissement des locaux de travail pouvant être prescrit par l'inspecteur du travail.

#### Principes d'aspiration locale

Il existe trois principes d'aspiration locale : le haut volume, basse pression (HVBP), le moyen volume, moyenne pression (MVMP) et le bas volume, haute pression (BVHP). On distingue ces trois principes par les pressions requises de l'unité d'aspiration ainsi que par les débits d'air fournis par le système.

Le chapitre 8 traite plus en détail de ces concepts ainsi que des avantages, des contraintes et des applications de chacun d'eux.

Plusieurs facteurs peuvent influencer le choix et la configuration du système d'aspiration :

- la forme, la dimension et le poids des pièces,
- la nature du métal soudé,
- la toxicité des fumées et des gaz émis,
- le gabarit de positionnement des pièces et table de travail,
- le type de soudure et position de soudage requis,
- le procédé utilisé,
- le nombre de postes de travail,
- l'environnement de travail et espace disponible,
- etc.

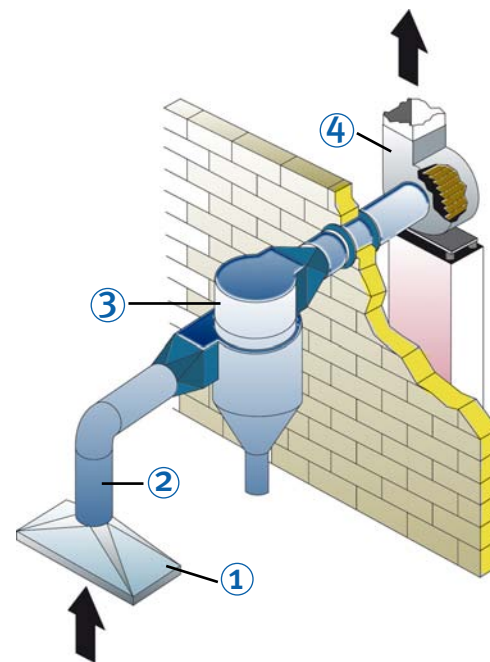
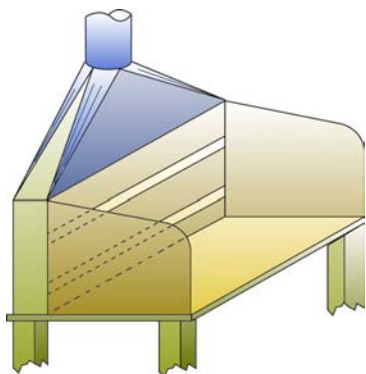


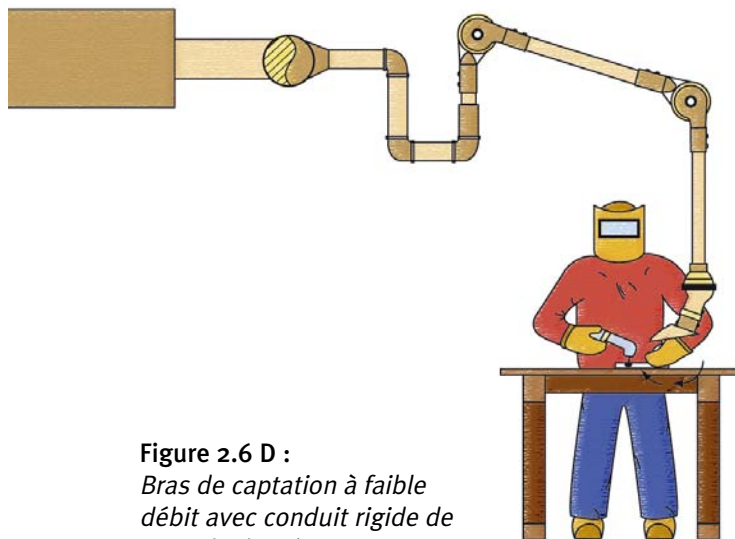
Figure 2.5 : Composants d'un système de captage



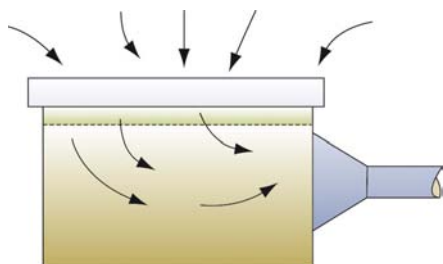
**Figures 2.6 :**  
*Exemples de systèmes de captation à la source*



**Figure 2.6 A :**  
*Table aspirante avec fentes d'aspiration face au travailleur*



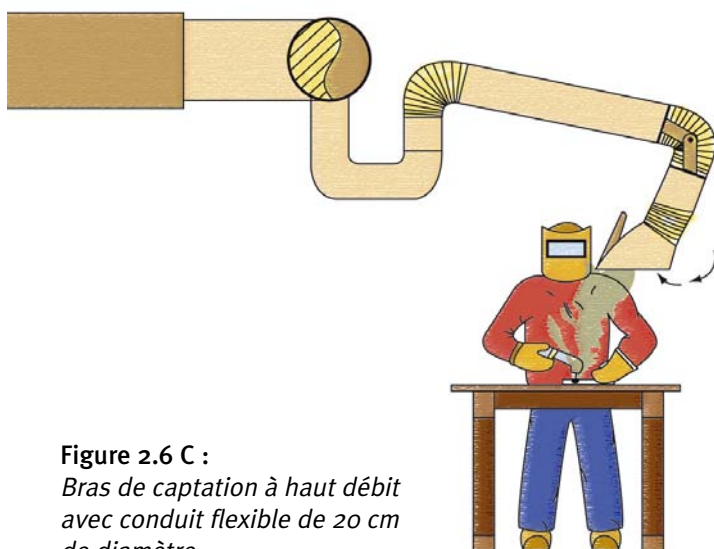
**Figure 2.6 D :**  
*Bras de captation à faible débit avec conduit rigide de 5 cm de diamètre*



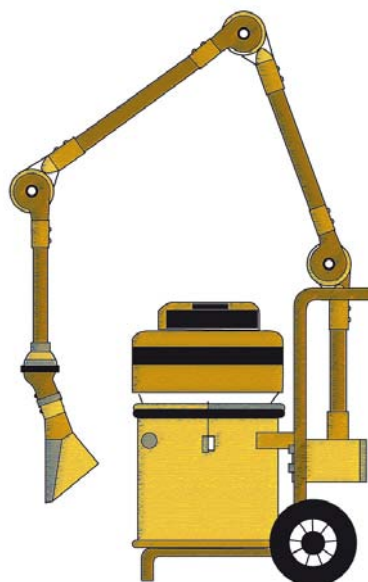
**Figure 2.6 B :**  
*Table avec aspiration verticale descendante*



**Figure 2.6 E :**  
*Pistolet de soudage à captation intégrée*



**Figure 2.6 C :**  
*Bras de captation à haut débit avec conduit flexible de 20 cm de diamètre*



**Figure 2.6 F :**  
*Unité mobile de filtration*

## C. Dilution des polluants

Un système de ventilation générale sert à remplacer l'air vicié ou contaminé par de l'air frais provenant de l'extérieur. On peut également refaire circuler une partie de cet air vicié dans certaines conditions.

La ventilation générale n'est pas une façon de capter les polluants. En principe, elle ne devrait servir qu'à diluer le faible pourcentage de polluants qui n'a pas été aspiré par le système de captage à la source et à renouveler l'oxygène. Dans les situations où le captage à la source n'est pas possible, on doit utiliser la ventilation générale pour diluer le plus possible les polluants. Dans ces cas, il faut avoir recours à la protection respiratoire individuelle.

### • Techniques de ventilation générale

Il existe deux techniques de ventilation générale :

#### • Ventilation naturelle

La ventilation naturelle permet une circulation de l'air par l'entremise de fenêtres ouvertes ou de toute autre ouverture conçue à cet effet. Toutefois, cette technique ne permet pas de ventiler correctement les locaux à pollution spécifique ; c'est pourquoi on doit se tourner vers la ventilation mécanique.

#### • Ventilation mécanique

La ventilation mécanique implique l'utilisation de ventilateurs fixés aux murs ou au toit afin d'évacuer l'air vicié. On installe les ventilateurs d'extraction dans la zone la plus polluée. L'entrée d'air devrait être localisée dans une zone non polluée de façon à permettre un écoulement d'air de la section saine vers la section d'où l'on a extrait l'air pollué (limitation des courants d'air).

#### • Mouvements de l'air

Les figures 2.7 et 2.8 donnent quelques indications sur la qualité du mouvement de l'air selon différentes techniques de ventilation générale mécanisée.

## D. Protection respiratoire

### • Application

Lorsque la quantité de fumées et de gaz de soudage dépasse la moitié de la valeur moyenne d'exposition, il est généralement recommandé de mettre en place des moyens pour réduire ces émanations à la source. Parfois la situation exige une protection respiratoire, car aucune solution de captage à la source ne peut être utilisée. La réglementation admet cette possibilité dans le cas où la technologie existante ne permet pas à l'employeur de respecter les valeurs moyennes d'exposition et dans le cas des travaux d'entretien ou de réparation hors atelier ou encore, en attendant de mettre en œuvre les mesures requises pour respecter ces valeurs.

Dans les ateliers où une forte concentration des polluants est possible, une analyse des risques, basée sur des mesures, est à conseiller afin de définir les moyens adéquats de protection des opérateurs.

Figure 2.7 :

Ventilation appliquée à une pièce ou un local

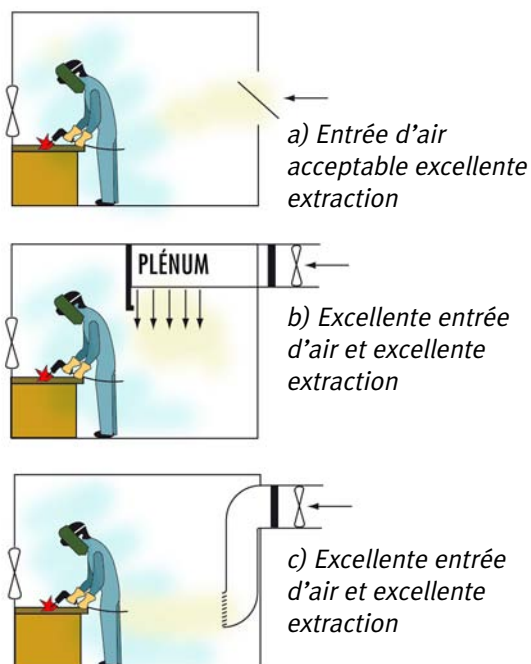
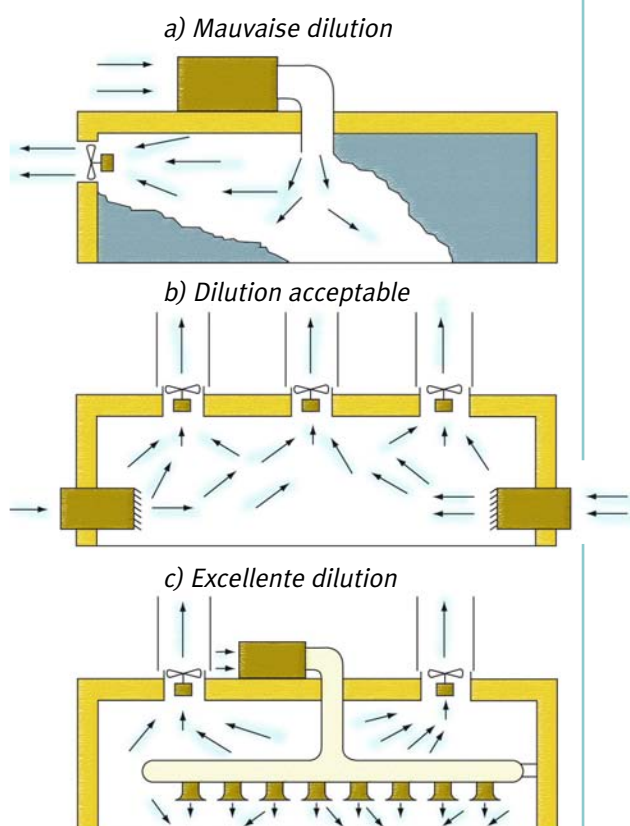


Figure 2.8 :

Ventilation appliquée à un atelier ou à un bâtiment



- **Normes**

Les normes suivantes peuvent donner des indications sur ces types d'appareil :

- **NF EN 136** « Appareils de protection respiratoire – Masque complet – Exigences, essais, marquage ».
- **NF EN 137** « Appareils de protection respiratoire – Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé– Exigences, essais, marquage ».
- **NF EN 149** « Appareils de protection respiratoire – Demi-masque filtrants contre les particules – Exigences, essais, marquage ».
- **NF EN 1835** « Appareils de protection respiratoire – Appareils de protection respiratoire à adduction d'air comprimé de construction légère, avec masque ou cagoule – Exigences, essais, marquage ».
- **NF EN 12419** « Appareils de protection respiratoire – Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé de construction légère, avec masque complet, demi-masque ou quart de masque – Exigences, essais, marquage ».
- **NF EN 12941** « Appareils de protection respiratoire – Appareils filtrant à ventilation assistée avec casque ou cagoule – Exigences, essais, marquage ».
- **NF EN 12942** « Appareils de protection respiratoire – Appareils filtrants à ventilation assistée avec masque complet, demi-masque ou quart de masque – Exigences, essais, marquage ».

- **Masques filtrants**

L'étanchéité des masques filtrants doit être vérifiée avant leur utilisation. Lorsqu'une personne porte un masque bien ajusté, au moment d'inhaler, l'air inspiré traverse le filtre et le matériel filtrant retient le polluant. S'il y a des infiltrations par les côtés, le dessus ou le dessous du masque, à travers une soupape endommagée ou des fissures, l'utilisateur respirera de l'air contaminé. Le masque doit donc être en bon état et former un lien étanche avec le visage pour s'assurer que l'air respiré passe par le filtre. Le port de la barbe réduit ainsi nettement l'efficacité du masque.

### **Masques jetables**

Les masques jetables peuvent convenir pour les fumées de soudage, les particules et les poussières de meulage, mais ils n'offrent généralement pas de protection contre les gaz.

Certains offrent une protection contre l'ozone à l'aide d'une mince couche de charbon activé ; la concentration en ozone doit alors être inférieure à la valeur moyenne d'exposition. Le masque jetable se porte facilement sous un masque de soudeur et certains modèles sont munis d'une soupape d'expiration qui facilite la respiration et améliore le confort.

### **Masques à cartouches**

Ces masques sont munis d'un pré-filtre, qui protège contre les fumées et les poussières, et d'un filtre pour certains gaz. L'utilisation de ce type de masque est à proscrire lorsque le seuil olfactif est supérieur à la valeur moyenne d'exposition. Certains modèles surbaissés facilitent le port de lunettes de sécurité. Ils sont très peu utilisés.

### **Masques à ventilation assistée**

Ces masques sont constitués d'un casque ou d'une cagoule où est acheminée une pression positive d'air. L'air est soutiré dans l'environnement du travailleur et transite d'abord par un bloc aspirant. Ces masques filtrent gaz et fumées selon la filtration choisie. Les modèles de casques et de cagoules les plus utilisés sont munis d'un écran à cristaux liquides au lieu d'un écran de protection ordinaire pour soudeur.

### **Restrictions**

Certaines restrictions s'appliquent cependant : il ne faut pas utiliser les masques filtrants dans un environnement pauvre en oxygène (moins de 19,5 % d'oxygène), lorsque les concentrations ou la toxicité présentent un danger immédiat pour la vie ou bien lorsque les concentrations de fumées ou de gaz dépassent 10 fois la valeur moyenne d'exposition.

- **Masques à adduction d'air**

Ces masques diffèrent principalement des précédents du fait qu'ils sont directement alimentés en air respirable. L'air arrive au masque par l'entremise d'un tuyau. L'air provient habituellement d'un compresseur ou de réservoirs (appareils autonomes). Les masques à adduction d'air sont utilisés lorsqu'il y a manque d'oxygène, lorsque la toxicité du produit est élevée ou encore lorsque la concentration de polluants excède 10 fois la valeur moyenne d'exposition.

Le compresseur utilisé doit posséder un ensemble de filtration spécifique afin d'assurer une qualité d'air adéquate.