



# Maitriser les risques liés à l'exposition aux Fumées de soudage

Y. CAROMEL - Contrôleur de sécurité  
CARSAT du Nord - Est

# Intervention



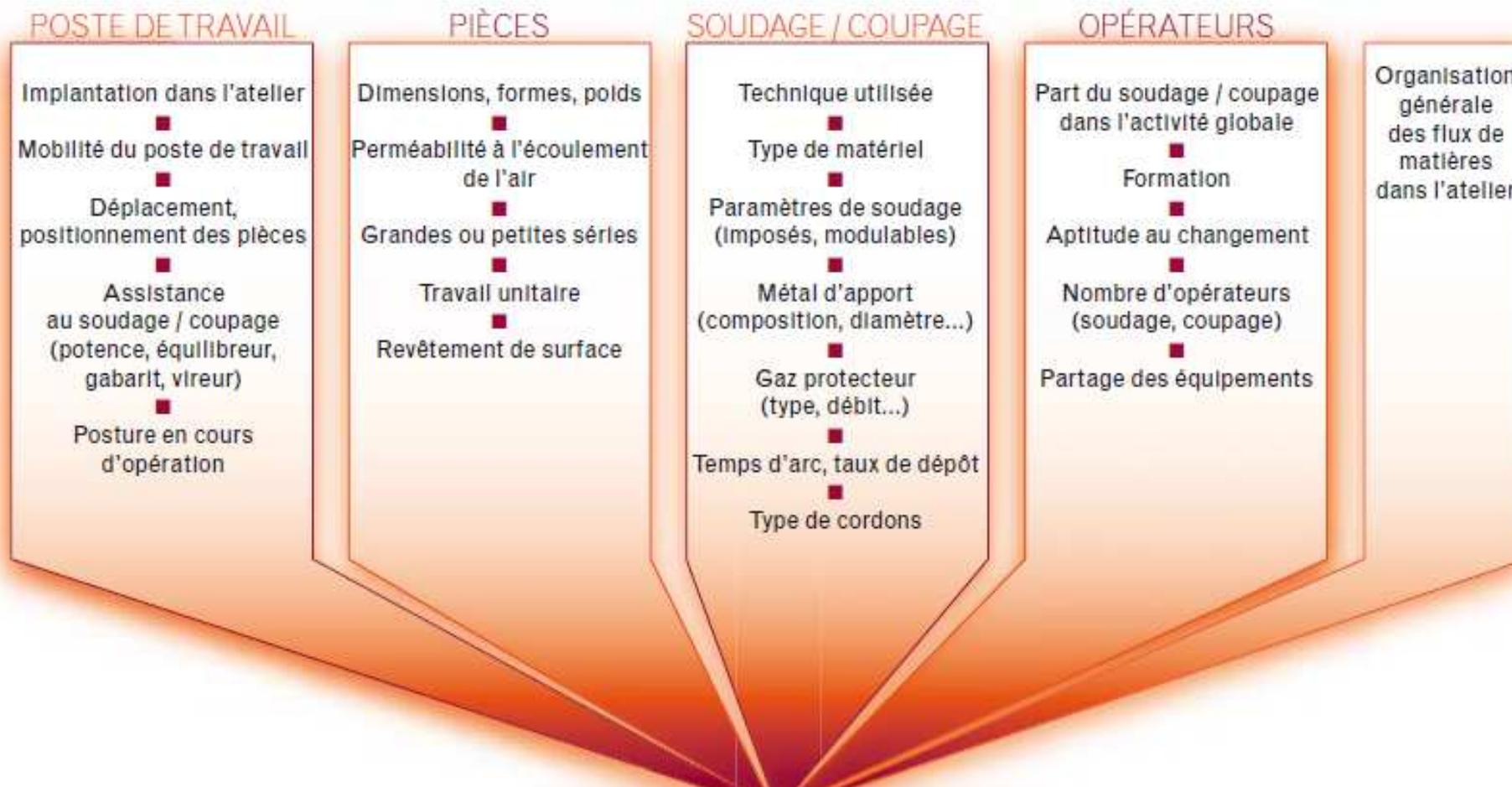
- **Démarche d'analyse de la situation de travail**
- **Mesures de prévention appliquées aux fumées de soudage**
- **Réseaux de transport – entretien**
- **Aide à la rédaction d'un cahier des charges**

# Intervention



- **Démarche d'analyse de la situation de travail**
- Mesures de prévention appliquées aux fumées de soudage
- Réseaux de transport – entretien
- Aide à la rédaction d'un cahier des charges

# Démarche d'analyse



**Analyse global de la situation de travail**

# Démarche d'analyse



**Analyse de la situation de travail**  
(observation, entretiens)

**Propositions d'actions**  
(mesures de prévention)

**Validation par les utilisateurs**  
(réalisation d'essais)

**Etablissement d'un cahier des charges**  
Critères : performances aérauliques

**Consultation et choix d'un fournisseur**

**Réalisation et vérification de l'atteinte  
des objectifs fixés**  
(dossier d'installation)

# Intervention



- Démarche d'analyse de la situation de travail
- **Mesures de prévention appliquées aux fumées de soudage**
- Réseaux de transport – entretien
- Aide à la rédaction d'un cahier des charges

# Mesures de prévention



- Réduire l'émission de polluants
- Appliquer les principes généraux de ventilation
- Positionner les opérateurs dans un flux d'air salubre
- Mettre en place une ventilation générale, moyen de prévention collective

# Mesures de prévention



- Réduire l'émission de polluants
- Appliquer les principes généraux de ventilation
- Positionner les opérateurs dans un flux d'air salubre
- Mettre en place une ventilation générale, moyen de prévention collective

# Réduction des émissions



- **Travailler sur des pièces propres**
  - Stockage des pièces à l'abri



# Réduction des émissions



- **Travailler sur des pièces propres**

- Préparation des pièces (sablage, dégraissage lessiviel, ...)
  - Tonneaux d'ébavurage

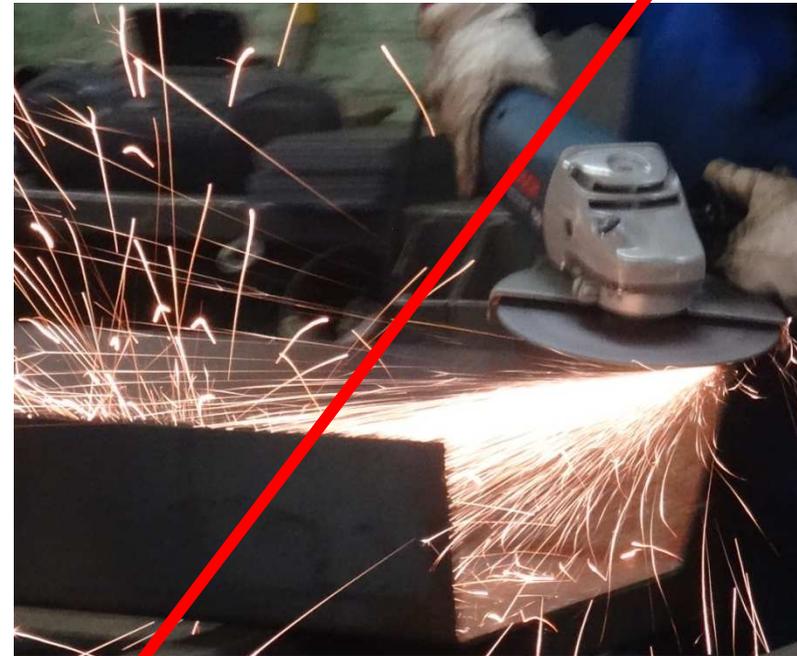


nce

# Réduction des émissions



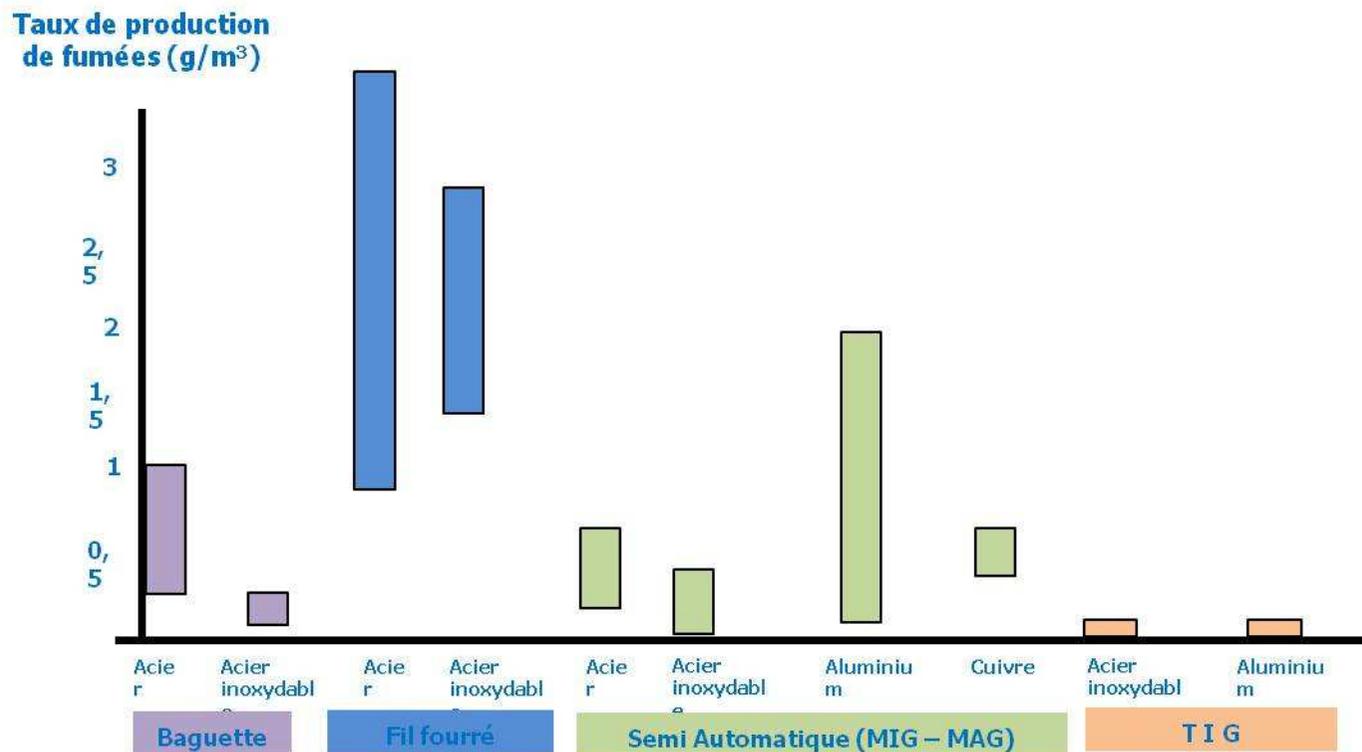
- **Limiter les opérations de meulage**
  - Utiliser des machines à chanfreiner



# Réduction des émissions



- Choisir un procédé moins émissif



# Réduction des émissions



- Substituer les anti-grattons contenant du Dichlorométhane (Spray anti-adhérent à base aqueuse)
- Supprimer les électrodes TIG au tungstène thorié



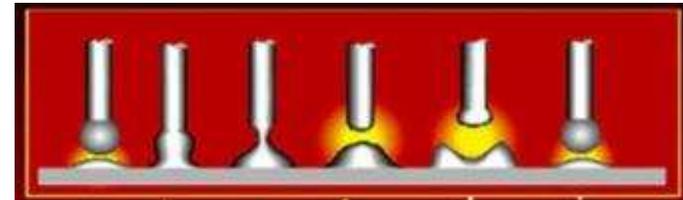
# Réduction des émissions



- **Tenir compte de l'évolution de la technique**

- Tester des procédés semi-auto moins émissifs

- MagSST, régulation électronique de l'intensité (LINCOLN)



- MagCMT, régulation de l'avance du fil (FRONIUS)



- Procédé PULSÉ ou Double PULSÉ (contrôle la génération de courant)

- Choisir des gaz contribuant à réduire les émissions  
O<sub>2</sub> contribue à diminuer l'émission de fumées

- Remplacer le fil cuivré par du fil non cuivré

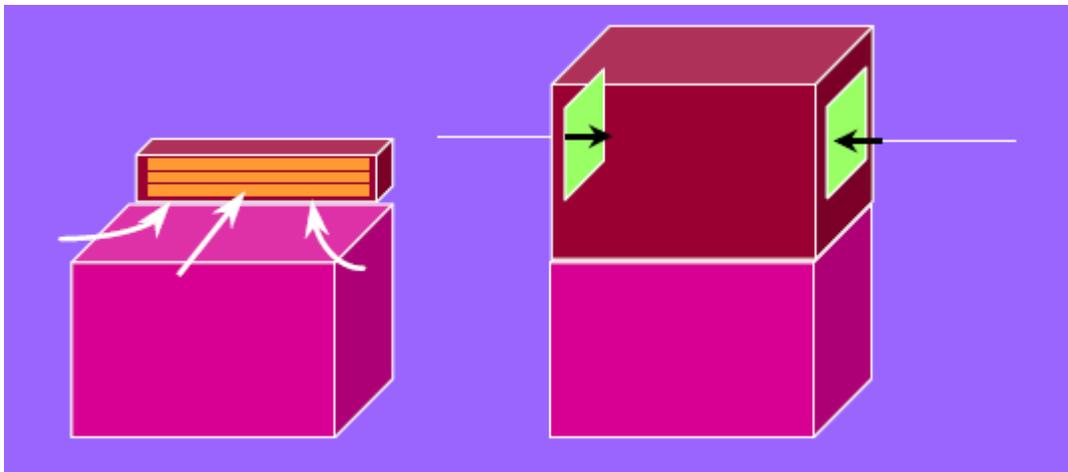
# Mesures de prévention



- Réduire l'émission de polluants
- **Appliquer les principes généraux de ventilation**
- Positionner les opérateurs dans un flux d'air salubre
- Mettre en place une ventilation générale, moyen de prévention collective

# Principes généraux de ventilation

- 1) Envelopper au maximum la zone d'émission des polluants



$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$

Efficacité 80 %

Vulnérable aux courant d'air

$Q = 800 \text{ m}^3/\text{h}$

Efficacité 99,6 %

NON vulnérable aux courant d'air

# Principes généraux de ventilation

- 1) Envelopper au maximum la zone d'émission des polluants



# Hotte



## Principalement pour les robots de soudage.

Le débit d'extraction ( $Q$  en  $m^3/h$ ) dépend du niveau d'encoffrement obtenu.

La vitesse ( $V$  en  $m/s$ ) de l'air dans les surfaces verticales ( $S_v$ ) laissées ouvertes doit être de l'ordre de  $0,5 m/s$ .

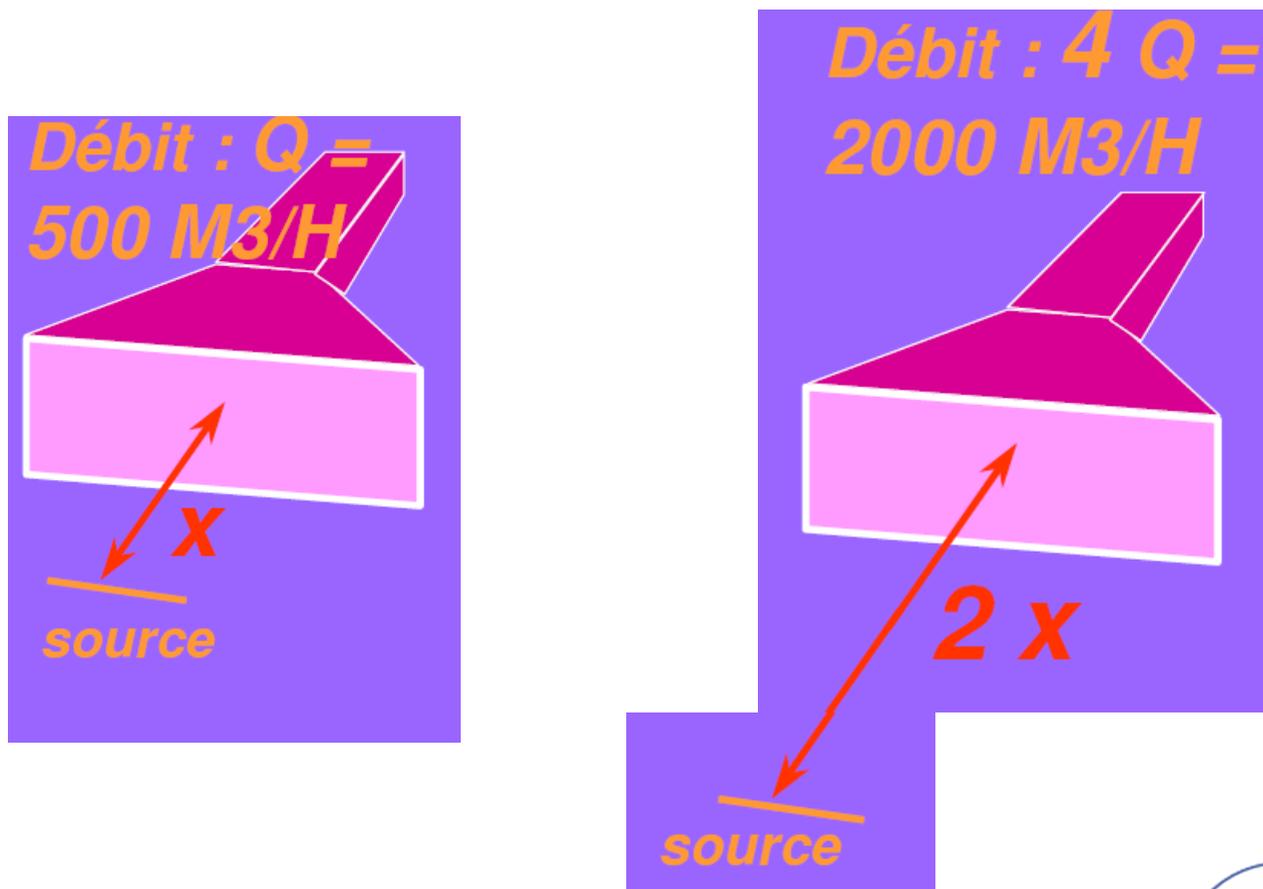


**Maladie**

RISQUES PROFESSIONNELS  
Nord-Est

# Principes généraux de ventilation

## 2) Capter au plus près de la source d'émission



# Principes généraux de ventilation

- 2) **Capter aux plus près de la source d'émission**
  - **Dosserets aspirants**



# Dosserets aspirants



- Petites ou moyennes pièces
- Système fixe



Vc : vitesse de captage de 0,5 m/s au point le plus éloigné.

# Principes généraux de ventilation

## 2) Capter aux plus près de la source d'émission

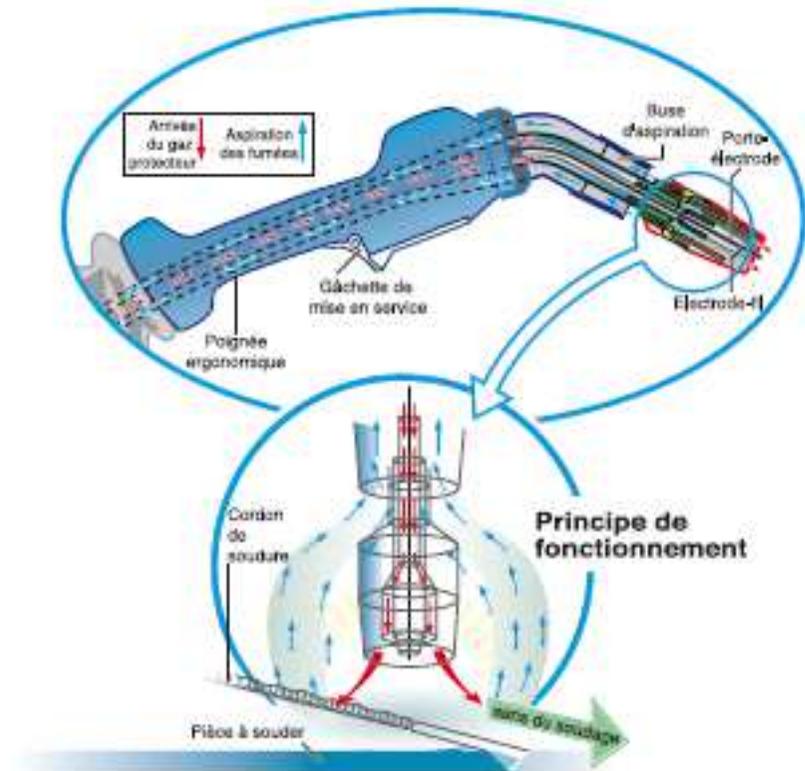
- Torches aspirantes



# Torches aspirantes



- Procédés MIG, MAG
- Soudage à plat et en angle



# Torches aspirantes et équipements associés

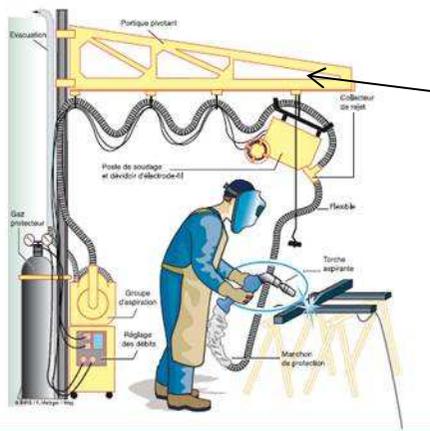
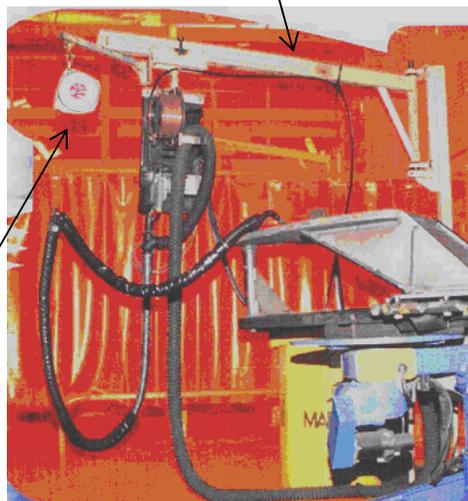


Fig. 6. Principe de fonctionnement d'une torche aspirante.

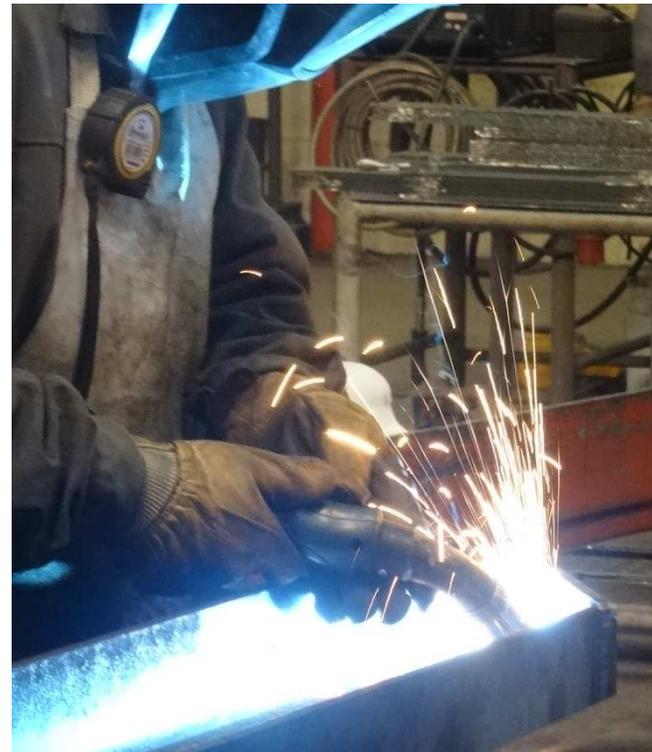
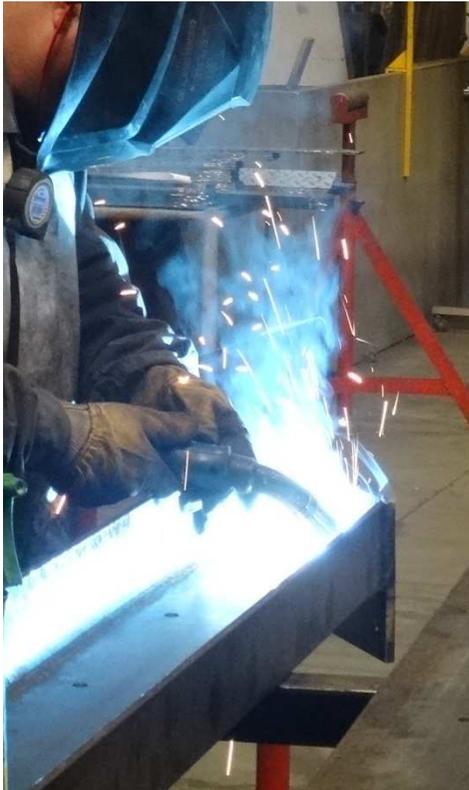
Potence



Equilibreur de charge



# Torches aspirantes et équipements associés



# Principes généraux de ventilation

## 2) Capter aux plus près de la source d'émission

### ➤ Gabarits aspirants



# Gabarits aspirants



- Grandes séries
- Positionnement à 10 cm de la soudure
- Système fixe
- Conception pour chaque type de pièces
- Débit d'aspiration par buse de 50 à 150 m<sup>3</sup>/h pour X compris entre 5 et 10 cm



Vc : vitesse de captage de 0,5 m/s.

# Principes généraux de ventilation

## 2) Capter aux plus près de la source d'émission

- Capteurs inducteurs



# Dispositif de captage (DC)



## inducteur

- Utilisable pour toutes les techniques de soudage.
- Le DC peut être positionné à 50 ou 60 cm au-dessus de la source d'émission de fumée sur une profondeur d'environ 70 cm
- Contrainte d'ajustement moins grande pour l'opérateur (couverture plus grande par rapport à un bras aspirant)
- Utilisable pour des soudures réalisées sur des pièces posées sur établi ou sur des postes robotisés (manutention par pont roulant)
- Débit de 1 200 à 1 500 m<sup>3</sup>/h par mètre linéaire (réseau basse dépression)
- Débit de 150 à 300 m<sup>3</sup>/h pour le DC inducteur relié à un extracteur à forte dépression



Maladie

RISQUES PROFESSIONNELS  
Nord-Est

# Dispositif de captage (DC)

## inducteur



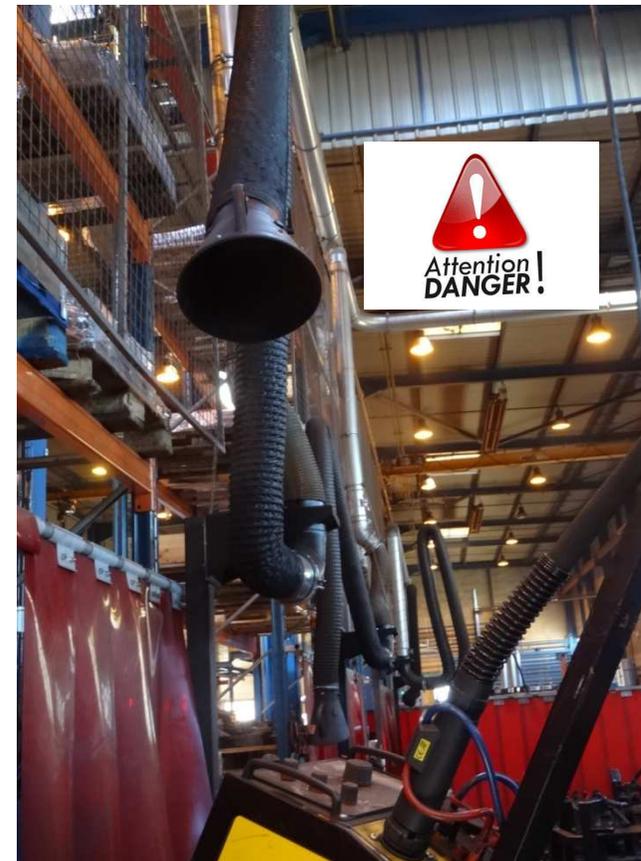
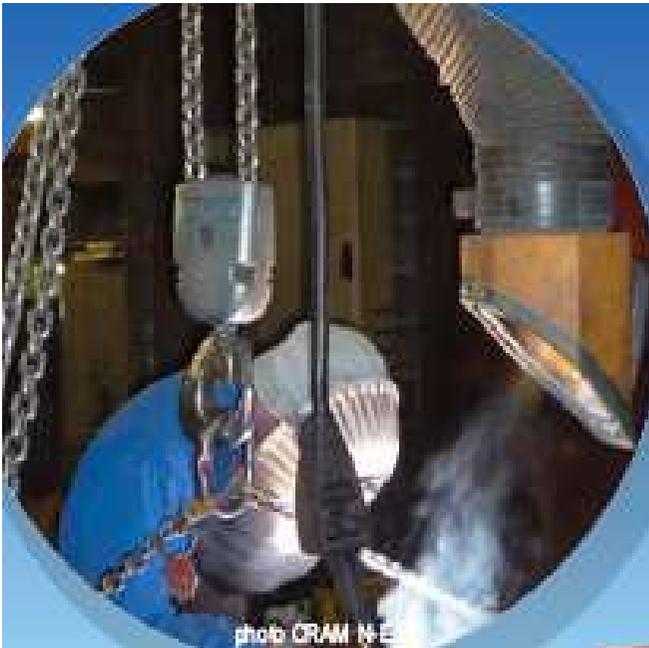
**Dispositif de captage inducteur**

**Fumigène**

# Principes généraux de ventilation

## 2) Capter aux plus près de la source d'émission

- Bras aspirants



# Bras aspirants articulés

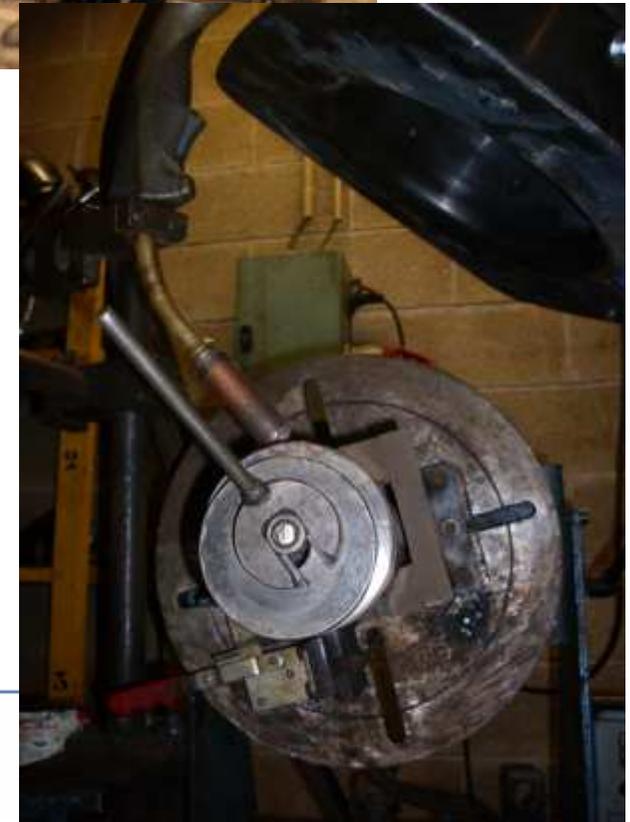


- A réserver pour le soudage sur POSITIONNEUR (vireur par exemple). Dès que l'opérateur doit se déplacer, ce dispositif est à proscrire.
- Dès que la cordon dépasse 20 cm, ce dispositif est à proscrire.
- Débit d'aspiration de 1 200 à 1 500 m<sup>3</sup>/h pour X inf à 20 cm

Vc : vitesse de captage de 0,5 m/s au point le plus éloigné.

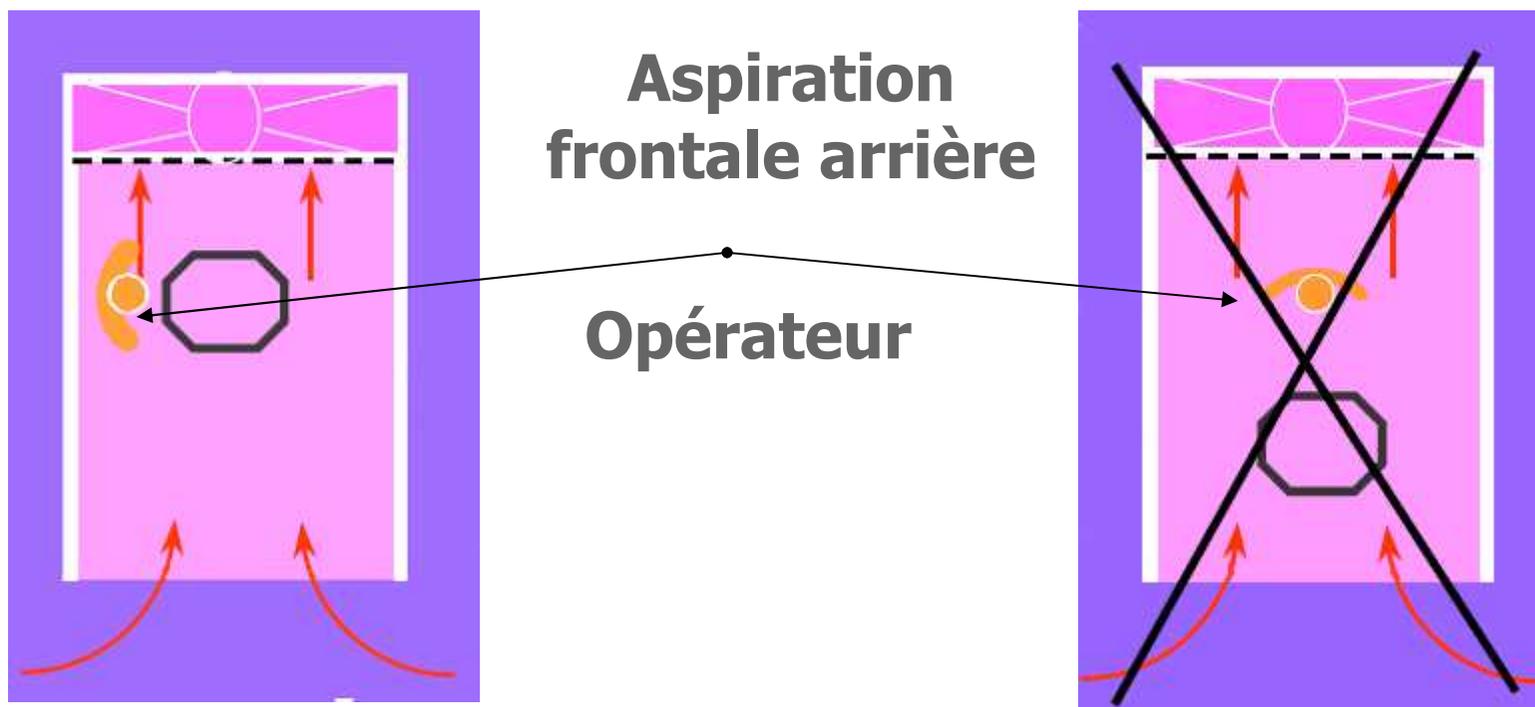


Capteur



# Principes généraux de ventilation

- 3) Ne pas placer les voies respiratoires de l'opérateur entre la source de pollution et le dispositif d'aspiration



# Principes généraux de ventilation

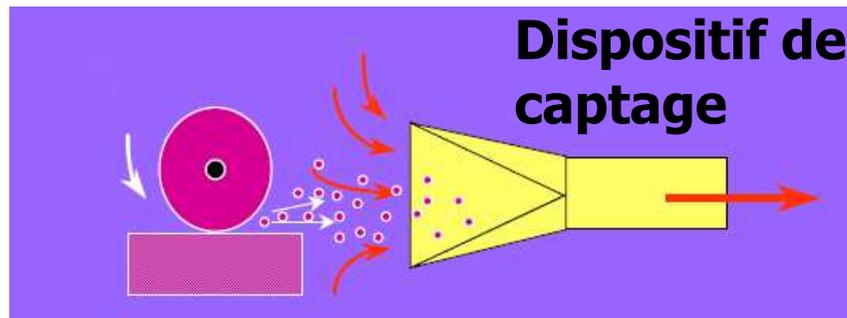
- 3) Ne pas placer les voies respiratoires de l'opérateur entre la source de pollution et le dispositif d'aspiration



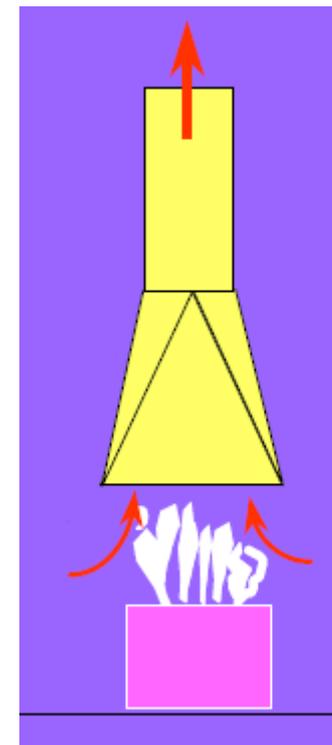
# Principes généraux de Ventilation

## 4) Utiliser les mouvements naturels des polluants

- ponceuse



- hotte aspirante



Effet  
ascendant  
des  
polluants

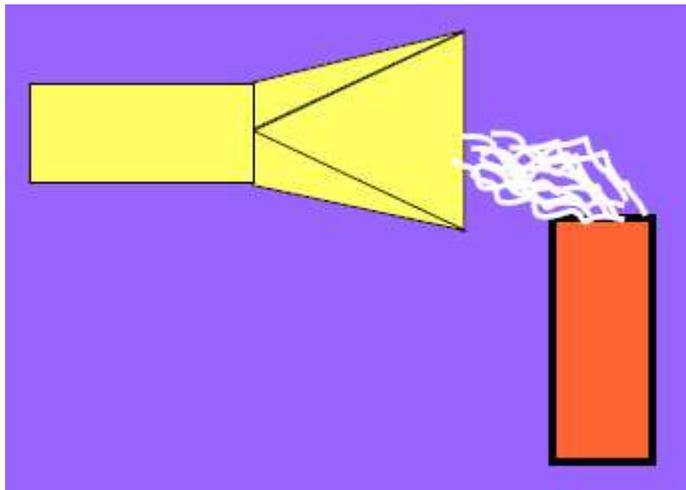
# Principes généraux de ventilation

## 4) Utiliser les mouvements naturels des polluants



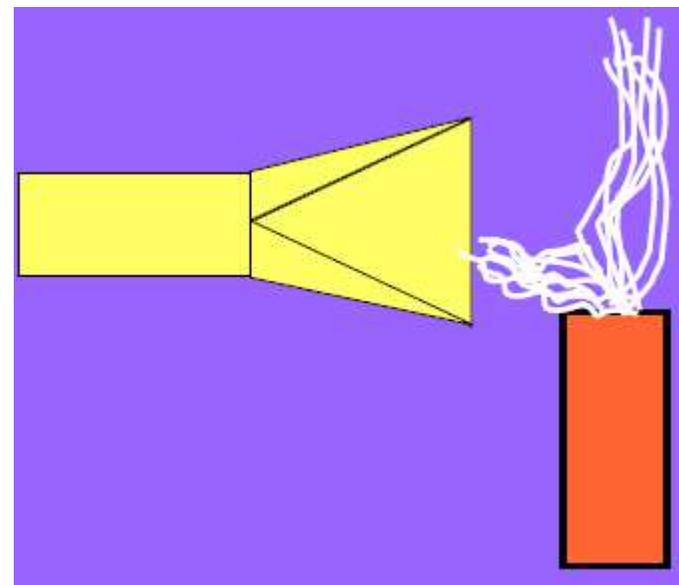
# Principes généraux de ventilation

## 5) Induire une vitesse d'air suffisante



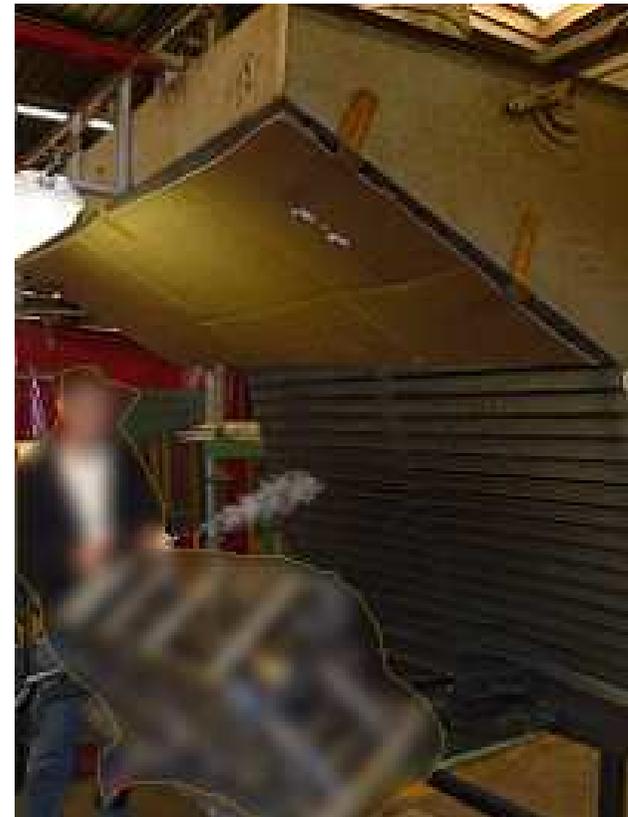
**Vitesse induite au point  
d'émission insuffisante**

**Vitesse induite au point  
d'émission suffisante**



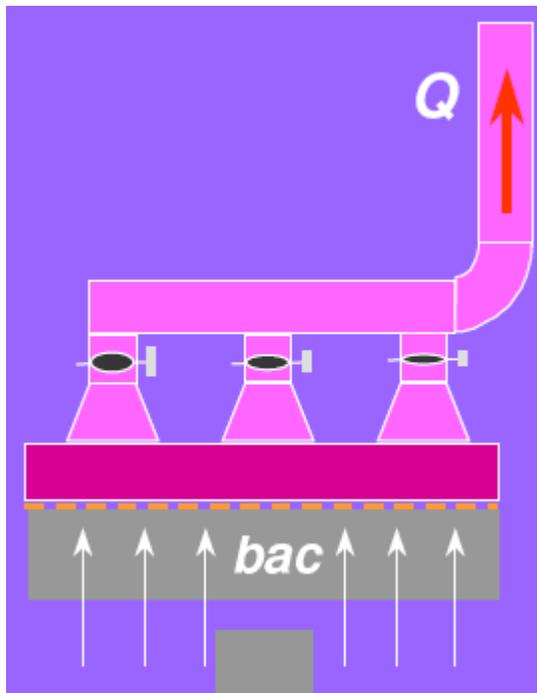
# Principes généraux de ventilation

## 5) Induire une vitesse d'air suffisante

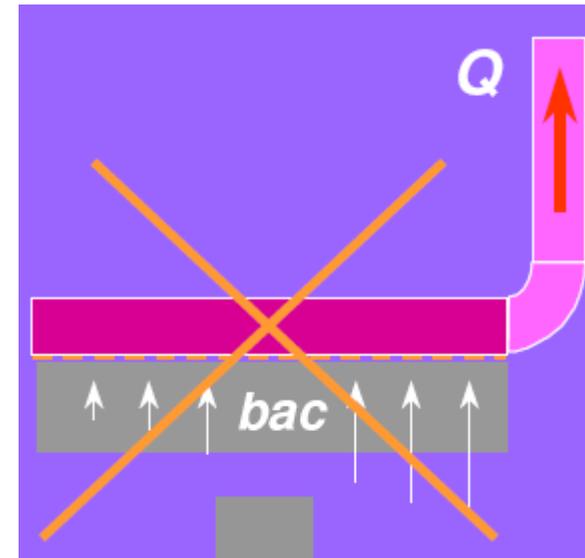


# Principes généraux de ventilation

## 6) Répartir uniformément les vitesses d'air

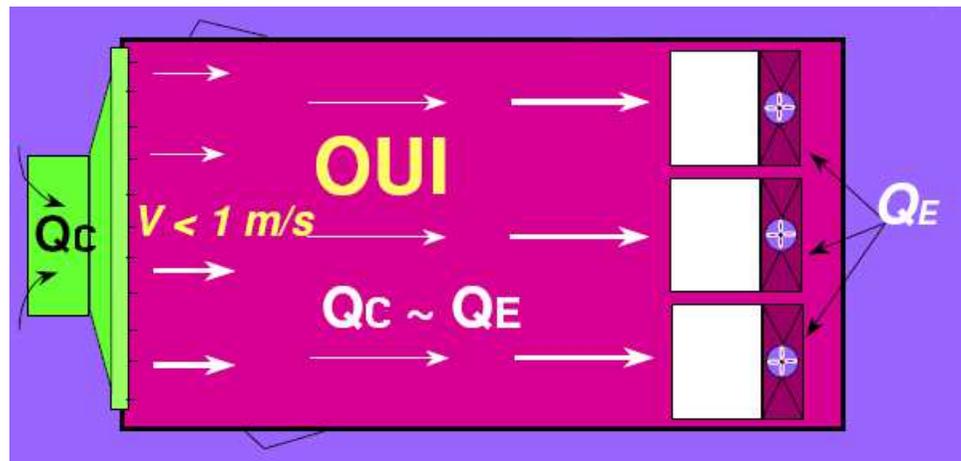


Ex : Dossieret aspirant



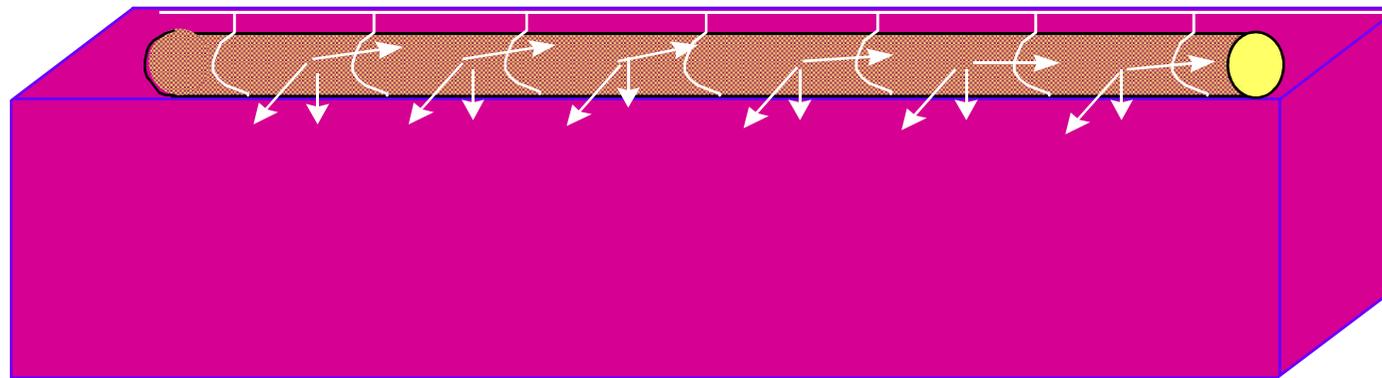
# Principes généraux de ventilation

## 7) Compenser les débits d'air extraits (diffusion basse vitesse)

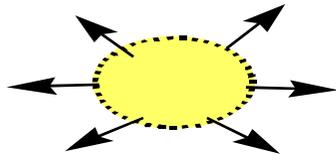


# Principes généraux de ventilation

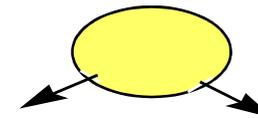
## 7) Compenser les débits d'air extraits (diffusion basse vitesse – GAINE TEXTILE)



*A diffusion*



*A induction*



# Principes généraux de ventilation

## 7) Compenser les débits d'air extraits (diffusion basse vitesse – GAINÉ TEXTILE)



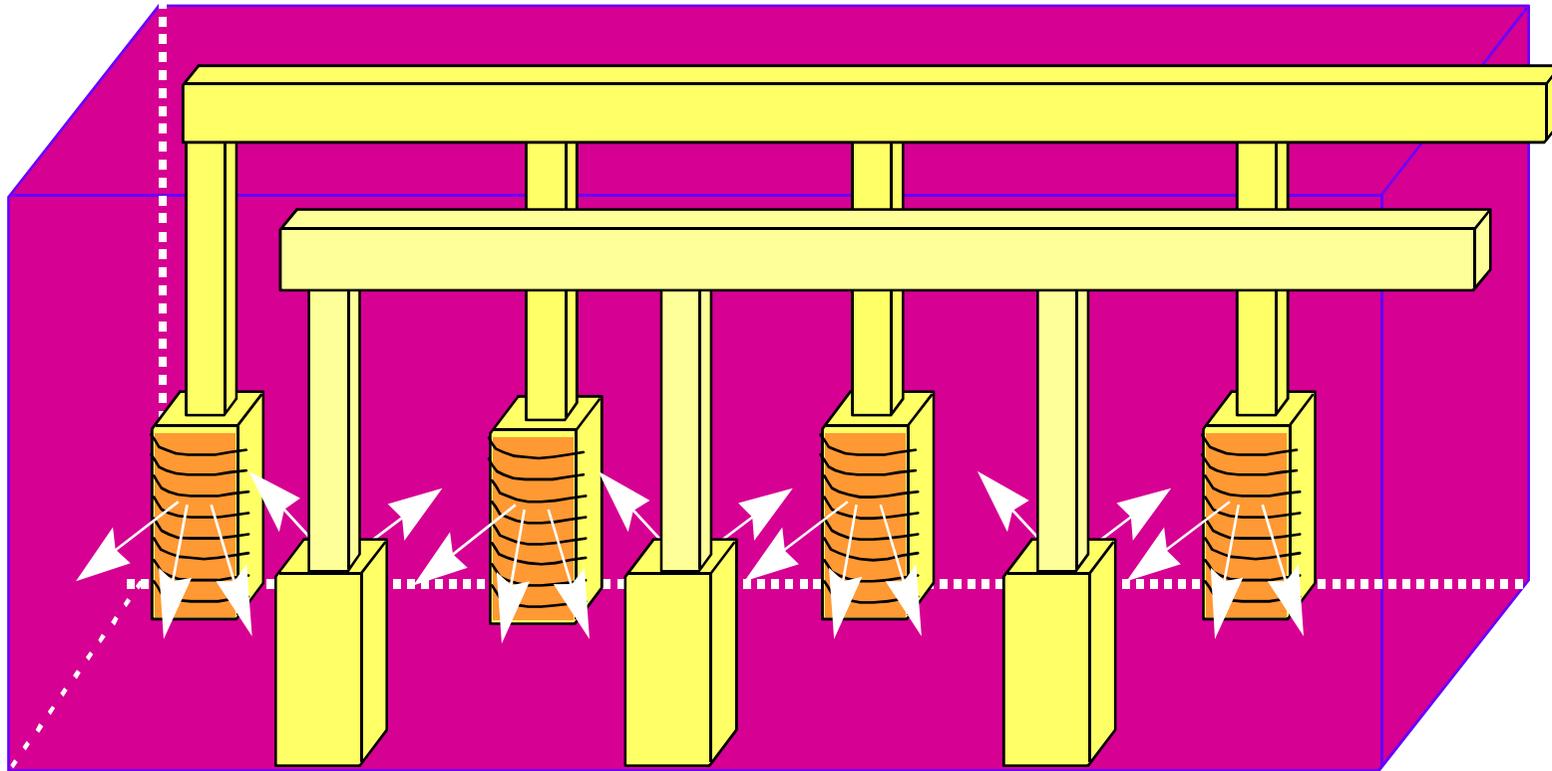
# Principes généraux de ventilation

## 7) Compenser les débits d'air extraits (Gaine textile inductive)



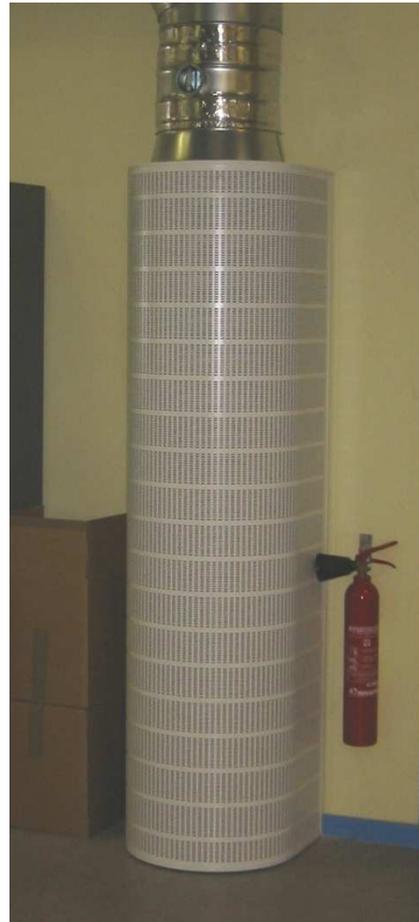
# Principes généraux de ventilation

## 7) Compenser les débits d'air extraits (caisson de diffusion)



# Principes généraux de ventilation

## 7) Compenser les débits d'air extraits (caisson de diffusion)



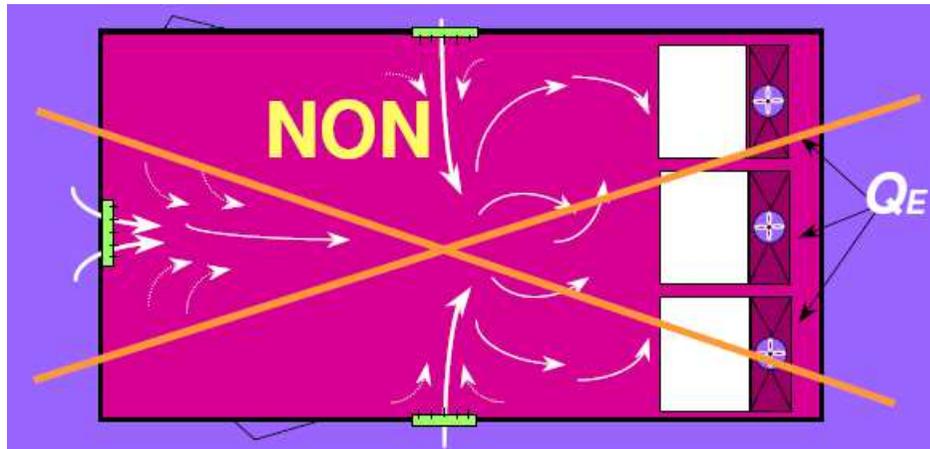
# Principes généraux de ventilation

## 7) Compenser les débits d'air extraits (Compensation statique)



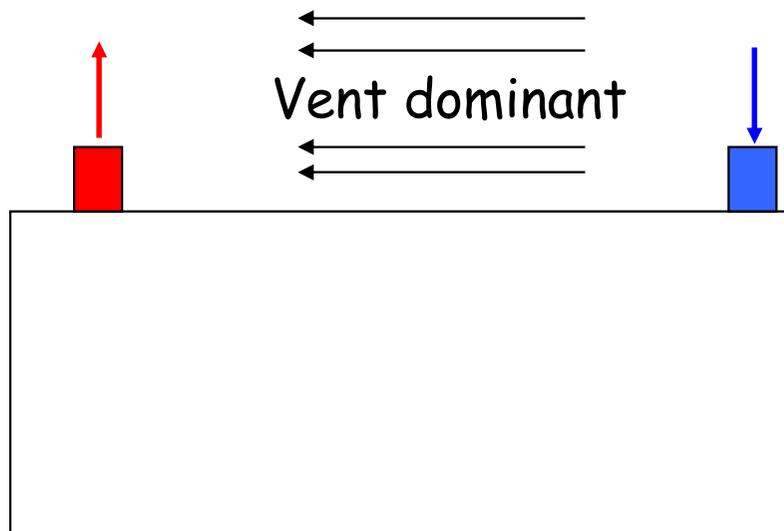
# Principes généraux de ventilation

## 8) Éviter les courants d'air



# Principes généraux de ventilation

## 9) Rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrées d'air correspondantes



# Mesures de prévention



- Réduire l'émission de polluants
- Appliquer les principes généraux de ventilation
- **Positionner les opérateurs dans un flux d'air salubre**
- Mettre en place une ventilation générale, moyen de prévention collective

# Cabine de soudage

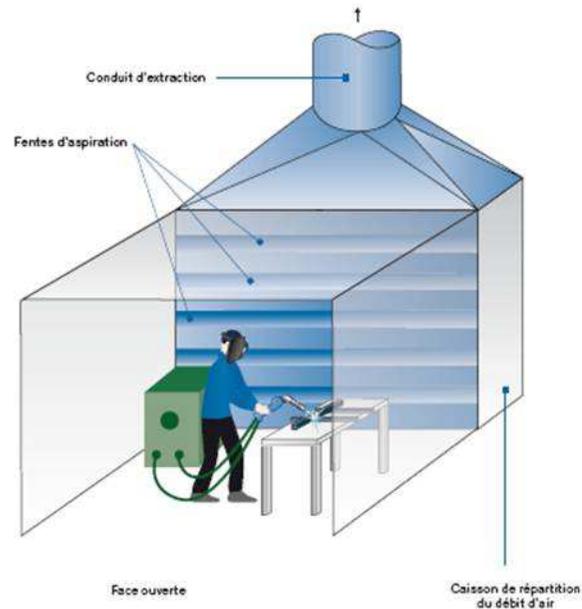


## ► Dans quelles conditions

- Pièce petite à moyenne
- Dispositif de rotation si nécessaire

## • Inconvénients

- Lieu de travail fixe
- Approvisionnement par l'ouverture



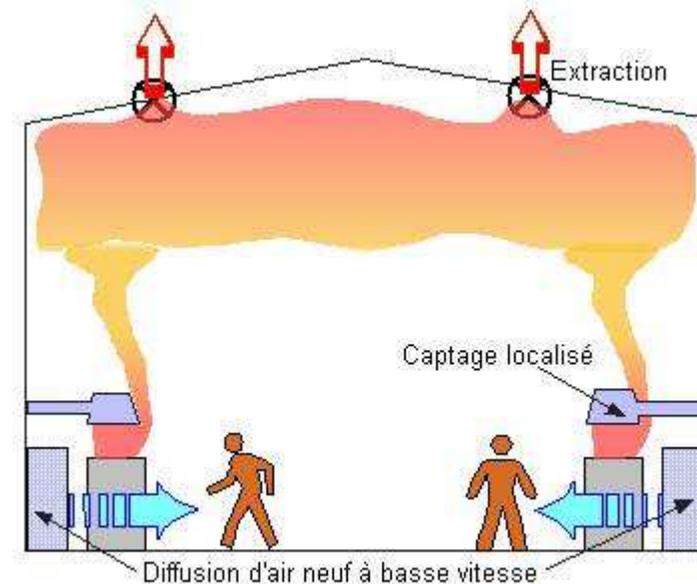
# Règles essentielles de ventilation

- Réduire l'émission de polluants
- Appliquer les principes généraux de ventilation
- Positionner les opérateurs dans un flux d'air salubre
- **Mettre en place une ventilation générale, moyen de prévention collective**

# Ventilation générale



- Étude préalable: Nombre et répartition des sources, implantation, encombrement des locaux, ...
- Recyclage à proscrire
- Dossier d'installation: réception, maintenance, contrôles
- Ventilation par déplacement :
  - Hauteur suffisante, >5 ou 6 m
  - Air de compensation introduit à basse vitesse au niveau du sol
  - Extraction en partie haute



# Intervention



- Démarche d'analyse de la situation de travail
- Mesures de prévention appliquées aux fumées de soudage
- **Réseaux de transport – entretien**
- Aide à la rédaction d'un cahier des charges



# Réseaux de transport

# Réseau de transport



## Réseau Haute dépression

Dispositifs de captage haute dépression

Rejet via un réseau haute dépression centralisé



# Réseau de transport



## Réseau basse dépression

**Dispositifs de captage basse dépression**

**Rejet via un réseau basse dépression centralisé**



# Réseau de transport



## Mixte réseau haute et basse dépression

**Dispositifs de captage haute dépression reliée à un groupe (turbine + filtration)\***



**Rejet via un réseau basse dépression centralisé**

**Dispositifs de captage basse dépression**



**\* une procédure d'intervention devra être mise en place lors des phases de nettoyage des groupes de filtration.**



# Entretien

# Entretien



nce

# Entretien



nce

RISQUES PROFESSIONNELS  
Nord-Est

# Entretien



# Intervention



- Démarche d'analyse de la situation de travail
- Mesures de prévention appliquées aux fumées de soudage
- Réseaux de transport – entretien
- **Aide à la rédaction d'un cahier des charges**



## 1) Choix du dispositif de captage (dimensions)

- Dosseret aspirant
- Hotte
- Torche aspirante + équipements associés
- Gabarit aspirant
- Capteur lamellaire
- Bras aspirant
- Cabine de soudage à flux horizontal



## 2) Débit d'air extrait par dispositif de captage

Efficacité d'un dispositif de captage liée à sa forme mais également au débit d'aspiration.

Les informations nécessaires au calcul des débits des dispositifs de captage doivent mentionner dans les devis :

- ▶ **dimensions,**
- ▶ **vitesse de captage,**
- ▶ **distance du point d'émission,**
- ▶ **formule utilisée.**



## 3) Réseau d'extraction

Conception du réseau d'aspiration doit permettre de garantir, dans toutes les configurations de fonctionnement des postes de travail, la vitesse de transport adaptée aux polluants transportés.

Exemples :

- ▶ **fumées de soudure : 12 m/s ;**
- ▶ **poussières de meulage : 20 m/s ;**



## 4) Groupe extraction – filtration

- Groupe de préférence positionné à l'extérieur des ateliers
- Pour les réseaux haute dépression (torches aspirantes, capteur lamellaire),

Débit nominal du ventilateur = à la somme des débits de l'ensemble des dispositifs de captage.

- Pour des réseaux basse dépression (dosseret aspirant, hotte, capteur lamellaire),

Débit nominal du ventilateur devra tenir compte du taux de simultanéité des postes de travail, mais ne devra pas descendre en dessous de 75 % du débit total des dispositifs de captage installés.



## 4) Recyclage

Le fonctionnement d'une installation de ventilation par recyclage doit satisfaire à des exigences techniques et réglementaires Art. R. 4222-14 et circulaire du 9 mai 1985.

- ▶ **Connaissance des caractéristiques de tous les polluants**
- ▶ **Arrêt du recyclage hors période de chauffe ou de climatisation**
- ▶ **Concentration des polluants dans la gaine de recyclage  $< 1/5$  des valeurs limites d'exposition**
- ▶ **Mesure tous les 6 mois des concentrations de polluants**
- ▶ **...**



## 4) Recyclage

### ► Exemple fumées de soudage :

Etant donné que tous les polluants ne peuvent pas être filtrés, notamment les gaz générés par le soudage (CO, NOx, O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>,...), ils seront rejetés à l'extérieur des ateliers (selon les cas une filtration des poussières avant rejet est réalisable, voir DREAL).



## 5) Engagement sur les résultats

Il est important de faire préciser dans le projet un engagement sur :

- ▶ **les vitesses de captage,**
- ▶ **les débits d'air extraits,**
- ▶ **les vitesses de transport,**
- ▶ **les niveaux de bruit aux postes de travail.**



## 6) Niveaux de bruit

Afin que l'installation de ventilation n'augmente pas de façon significative le niveau sonore dans l'atelier, le niveau de bruit dû à la ventilation seule sera :

- ▶ **inférieur à 75 dBA au poste de travail.**



## 7) Dossier d'installation

Les exigences du code du travail relatives à l'aération et à l'assainissement des locaux de travail imposent au chef d'établissement la constitution et la tenue à jour d'un dossier d'installation pour chaque installation de ventilation.

- ▶ **Connaissance des installations,**
- ▶ **Suivi des installations dans le temps (maintenance),**
- ▶ **Contrôles périodiques.**



## 7) Dossier d'installation

Il est important de demander à l'installateur de prévoir dans son devis la fourniture des éléments nécessaires à la rédaction du dossier d'installation de ventilation :

- ▶ **dossier d'entretien,**
- ▶ **dossier de maintenance,**
- ▶ **y compris le relevé des valeurs de référence.**



## 8) Protocole de réception

La réception des installations :

- ▶ **essais fumigène,**
- ▶ **vitesse de captage,**
- ▶ **débit d'aspiration,**
- ▶ **vitesse de transport,**
- ▶ **niveau de bruit,**
- ▶ **...**

**Ces exigences devront être vérifiées par l'installateur dans différentes configurations de fonctionnement.**



**Ne pas être  
exposé aux  
fumées de  
soudage c'est  
possible**

# Bibliographie : fumées de soudage



## **INRS – [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)**

- ED 668 Opérations de soudage à l'arc et de coupage
- ED 6008 Le dossier d'installation de ventilation
- ED 6106 Les appareils de protection respiratoires (choix et utilisation)
- DV 0388 Le soudage à l'arc. Séquences prévention

## **CNAMTS – [www.ameli.fr](http://www.ameli.fr) (employeurs – prévention – le bâtiment et les travaux publics)**

- R 443 Soudage à l'arc électrique et coupage.  
Prévention des risques professionnels  
Recommandation