

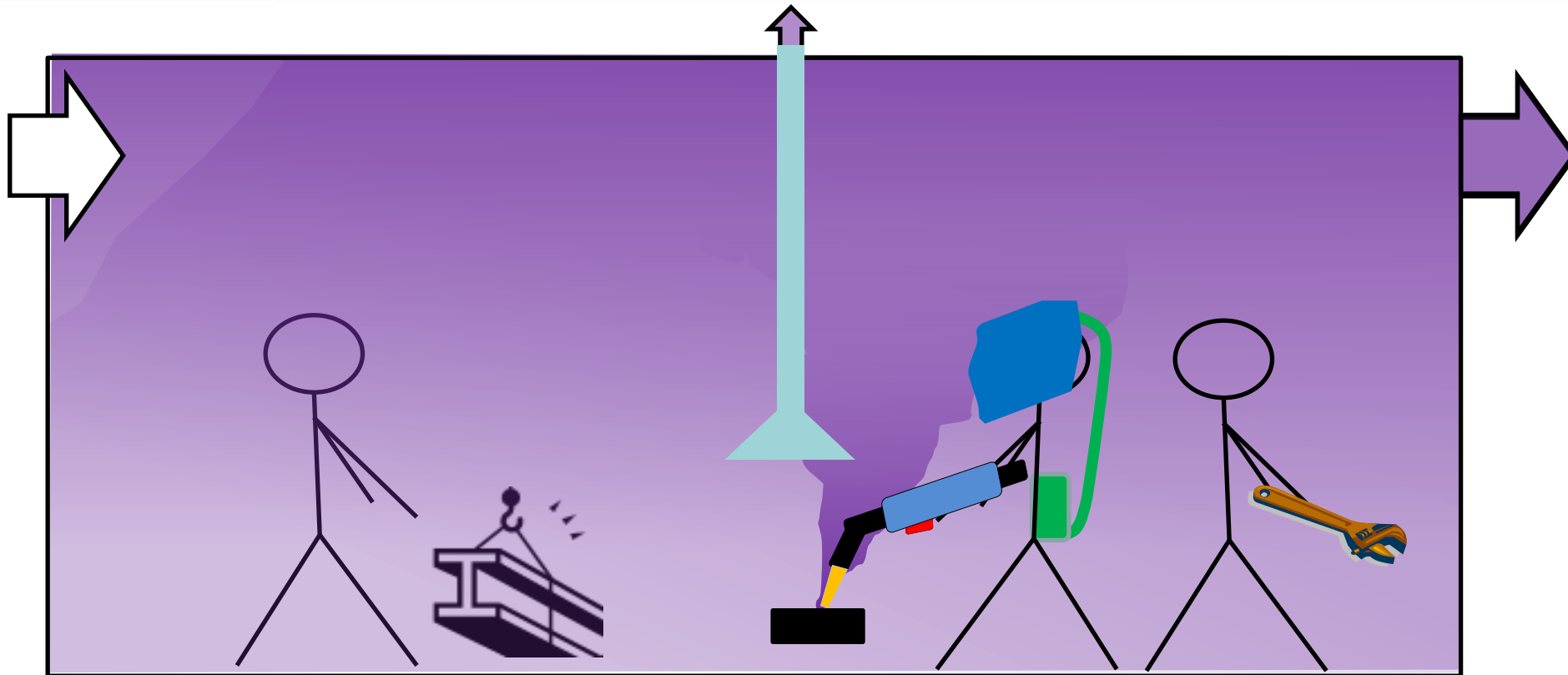


# La ventilation générale complémentaire au captage à la source

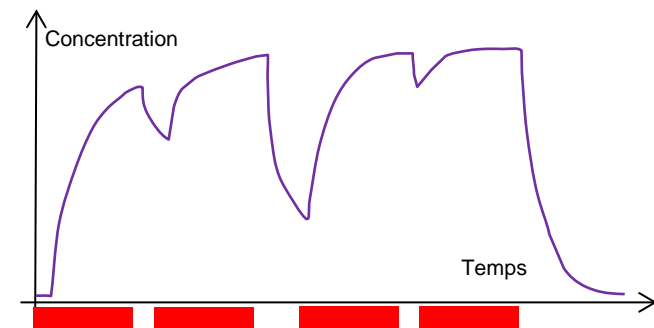
Francis BONTHOUX (INRS, Dép. Ingénierie des Procédés)

Institut national de recherche et de sécurité  
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

# Ventilation générale – pourquoi?



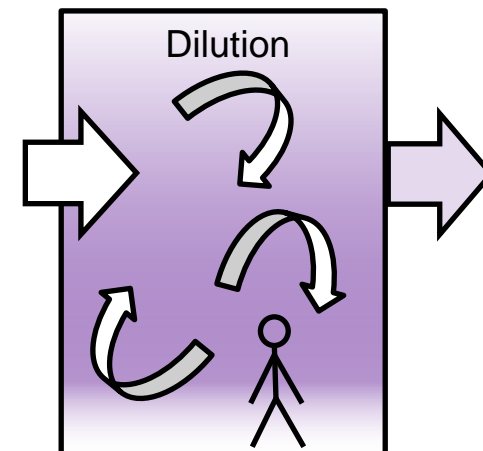
1. Le captage localisé n'est pas efficace à 100%
  2. La protection individuelle
    - n'équipe pas tous les salariés dans l'environnement du soudeur
    - ne filtre pas tous les polluants / n'est pas efficace à 100%
    - n'est pas portée toute la journée par le soudeur
- Renouveler l'air du local pour amener les concentrations en polluant dans l'ambiance sous les valeurs limites



# Conception de la ventilation générale

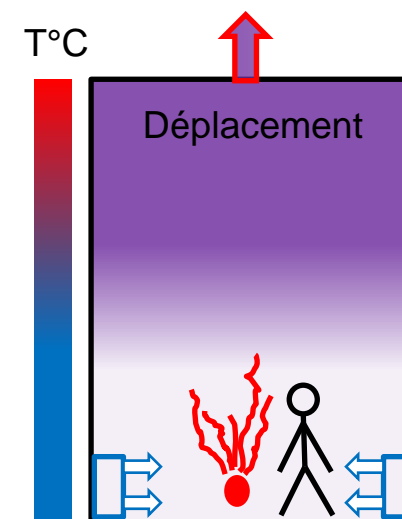
## Air neuf introduit

- Débit d'air en dizaines de milliers de m<sup>3</sup>/h
  - Chauffage de l'air (coût)
  - Vitesse d'air (inconfort / perturbations des captages et du process)
- Tentation du recyclage
  - Dispositions techniques exigées par la réglementation non satisfaites
  - Coût des filtres (maintenance / remplacement)



## Stratégie de ventilation

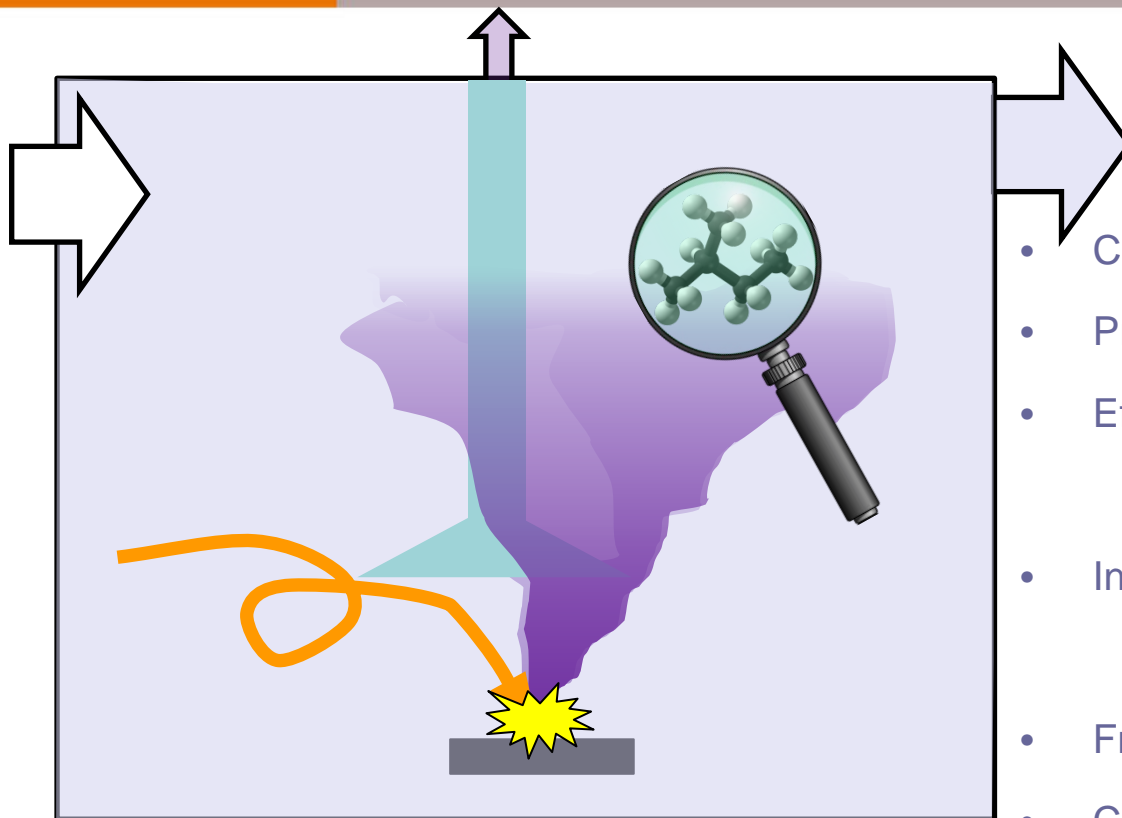
- Par dilution (répartition « homogène » de la pollution)
  - Cas le plus fréquent
- Par déplacement (stratification de la pollution)
  - Sources de chaleur
  - Introduction d'air à basse vitesse en partie basse



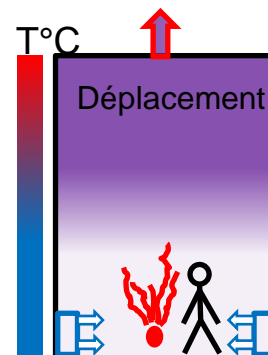
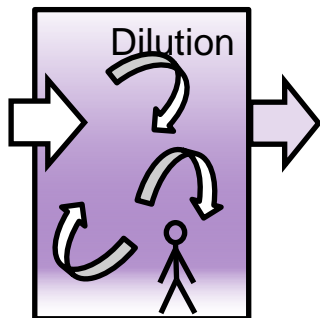
## Dimensionnement

- Débit à mettre en œuvre
  - Surfaces des entrées d'air pour des vitesses acceptables

# Modélisation débit d'air – variables d'entrée



- Consommation en métal d'apport  $q$
- Procédé de soudage  $r$
- Efficacité de captage  $\eta$
- Inhomogénéité de la pollution  $k$
- Fraction du composé dans les fumées  $f$
- Concentration ciblée du composé  $c$



$$Q = k \frac{f \cdot (1 - \eta) \cdot r \cdot q}{c}$$

# Paramètre du débit d'émission

## ► Consommation en métal d'apport ( $q$ [kg/h])

### ➤ Le plus simple :

- Nombre de bobines (de 15 kg) consommées sur la journée (8H) (ou sur le mois (170H))

## ► Procédé de soudage : facteur d'émission ( $r$ [mg/kg de métal d'apport])

### ➤ Valeurs moyennes issues de la bibliographie

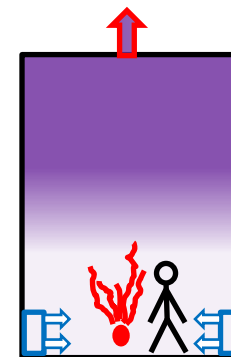
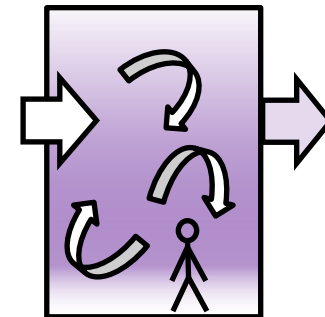
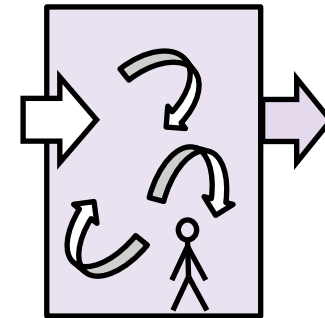
	Facteur d'émission (mg/kg)
Semi auto fil plein	6 000
Semi auto Fil fourré	15 000 (très variable)
Electrode (Baguette)	20 000
Arc submergé	50
Soudage TIG	25

## ► Efficacité de captage ( $\eta$ [%])

	Efficacité de captage		
	Valeur réaliste	Plage réaliste	Remarque
Table / dossier aspirant	95%	50 à 100%	Efficacité souvent fonction de la géométrie de la pièce (faible pour les pièces hautes)
Gabarit aspirant	80%	50% à 100%	
Captage localisé semi-fixe sur vireur	95%	80% à 100%	
Bras aspirant	50%	0% à 100%	Efficacité fonction de l'utilisateur
Torche aspirante	60%	30% à 95%	Efficacité faible pour les très fortes intensités et les inclinaisons prononcées

# Inhomogénéité de la concentration en polluant

- ▶ dilution parfaite (cas théorique):  $k=1$
- ▶ dilution imparfaite (réalité) :  $k=3$ 
  - « Zone morte » à concentration plus élevée
- ▶ ventilation de type déplacement  $k=0,3$



# Concentration ciblée et fraction du composé

## ► Concentration ciblée (c [mg/m<sup>3</sup>])

- Fumée de soudage : VLEP 5 mg/m<sup>3</sup>
- Composé : ED6132 « Les fumées de soudage et des techniques connexes »
  - en bleu valeur 8H ; en rouge valeur court terme (15 min)
- Arrêté du 15 décembre 2009
  - C'est le 1/10 VLEP qui est à considérer pour établir un diagnostic initial de non-dépassement

## ► Fraction du composé dans les fumées (f)

- Disponible pour certains produits d'apport dans les FDS
  - ! Fraction dans les fumées et non dans le produit d'apport
  - Peu de données sur les émissions de gaz (CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>,...)
- Ordre de grandeur pour CR VI dans les apports inox

	Fraction de CR VI dans les fumées
Semi auto fil plein	0,5%
Semi auto Fil fourré	2%
Electrode (Baguette)	4%

Polluants	VLEP (mg/m <sup>3</sup> )
Aluminium (fumées de soudage)	5
Aluminium (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10
Azote (dioxyde)	6
Azote (monoxyde)	30
Baryum (composés solubles)	0,5
Béryllium (et composés)	0,002
Cadmium (oxyde)	0,05
Chrome VI (composés du)	0,001/0,005
Cuivre (fumées)	0,2
Cyanure d'hydrogène	2 / 10
Dioxyde de titane	10
Fer (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , fumées)	5
Fluorures	2,5
Manganèse (Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , fumées)	1
Monoxyde de carbone	55
Nickel (oxyde et trioxyde)	1
Ozone	0,2 / 0,4
Phosgène	0,08 / 0,4
Plomb (métallique et composés)	0,1
Vanadium	0,05
Zinc (oxyde, fumées)	5

## Exemple d'application

- ▶ Fil plein inox / semi auto
- ▶ 1 bobine de 15kg par jour
- ▶ Torche aspirante
- ▶ Ventilation par dilution classique

### ➤ Fumée totale

q (kg/h)	r (mg/kg)	$\eta$	k	Composé	C (mg/m <sup>3</sup> )	f	Q(m <sup>3</sup> /h)
1,9	6000	60%	3	fumée	5	100%	2 700
					5/10		27 000

### ➤ CR VI

q (kg/h)	r (mg/kg)	$\eta$	k	Composé	C (mg/m <sup>3</sup> )	f	Q(m <sup>3</sup> /h)
1,9	6000	60%	3	CR VI	0,001	0,5%	67 000
					0,001/10		670 000



## Conclusion

- ▶ Outil exploitant des données disponibles
- ▶ Permettant un calcul des ordres de grandeur
- ▶ Utilisable pour définir des exigences en matière d'efficacité de captage



**Notre métier,** rendre le vôtre plus sûr  
[www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

