



LES FUMÉES DE SOUDAGE : LE CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Myriam RICAUD

Département Expertise et Conseil Technique
Pôle Risques Chimiques

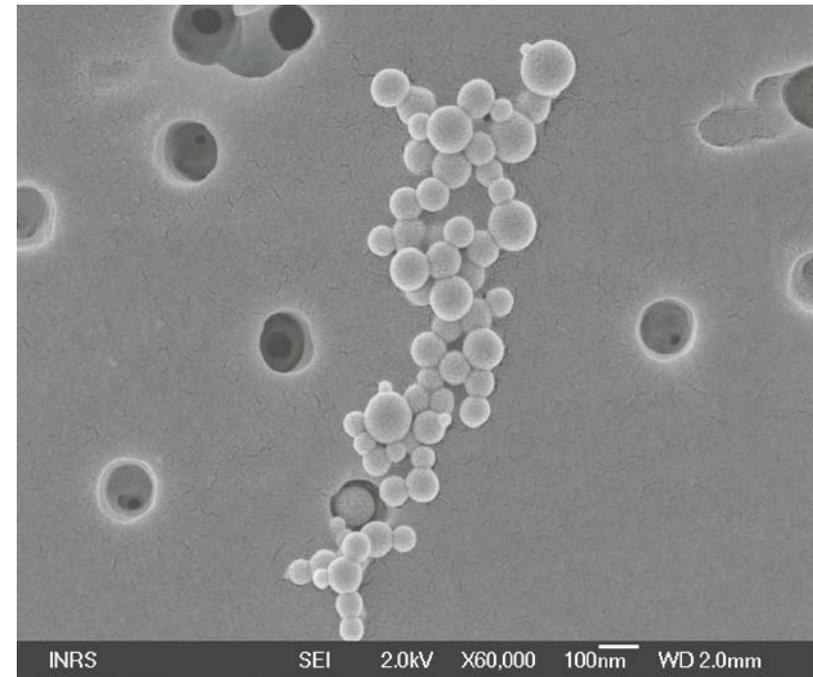
Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

Quelques généralités



Du fait des hautes températures atteintes au point de fusion, les différents procédés de soudage émettent des **fumées qui peuvent être inhalées par les soudeurs et les personnes qui travaillent à proximité.**

Ces fumées peuvent selon leur composition, leur concentration et la durée d'exposition **présenter des effets adverses pour la santé et être à l'origine de pathologies professionnelles.**



Fumées de soudage observées en microscopie électronique à balayage

Quelques généralités



La composition (et le débit d'émission) **des fumées de soudage dépendent :**

- ➔ du procédé de soudage ;
- ➔ du diamètre du fil ou de l'électrode ;
- ➔ de la composition et de l'épaisseur de l'enrobage ou du flux ;
- ➔ de la composition du fil ou de l'électrode ;
- ➔ des paramètres de soudage : intensité, tension, longueur d'arc, etc. ;
- ➔ de la position de soudage : à plat, en angle, etc. ;
- ➔ de la nature de l'opération de soudage : assemblage ou rechargement ;
- ➔ du débit et de la composition du gaz protecteur ;
- ➔ de la composition du métal de base et de son préchauffage éventuel ;
- ➔ de la présence de revêtements (contenant du zinc, du plomb, etc.) ou de contaminants sur le métal de base (salissures, graisses, traces de solvants, etc.).

} **Produit d'apport**

!!! 95 % des constituants des fumées de soudage proviennent du produit d'apport

La prévention du risque chimique

↳ Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les fumées de soudage **comme cancérogène de catégorie 2B, cancérogène possible chez l'homme** (monographie 49, 1990).

↳ **Parmi les nombreux polluants gazeux et particulaires** émis lors des travaux de soudage, certains sont classés cancérogènes par l'Union Européenne (UE) et/ou par le Centre international de recherche sur le cancer.



La prévention du risque chimique

Classification des principaux agents cancérogènes rencontrés lors des activités de soudage

Constituants des fumées de soudage	Union Européenne	Centre international de recherche sur le cancer
Béryllium	1 B	1
Cadmium	1 B	1
Chrome VI (composés)	1 A	1
Cobalt (et composés)	/	2 B
Dioxyde de titane	/	2B
Formaldéhyde	2	1
Nickel	2	2 B
Certains composés du nickel : monoxyde de nickel, dioxyde de nickel	1 A	1
Plomb	1B (composés du plomb)	2 B (métal) 2 A (dérivés inorganiques)

La prévention du risque chimique



↳ Les règles générales de prévention du risque chimique établies par les articles **R. 4412-1 à R. 4412-58** du Code du travail.

↳ Des mesures particulières de prévention, prescrites dans les articles **R. 4412-59 à R. 4412-93** du Code du travail, lors de toute opération exposant à un agent cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction (CMR) de catégorie 1A ou 1B.

La prévention du risque chimique

Les règles générales de prévention du risque chimique consistent à supprimer ou à réduire au minimum le risque d'exposition à des agents chimiques dangereux.

Les principes sont appliqués dans l'ordre suivant :

- ① substitution par un autre procédé d'assemblage moins dangereux,
- ② réduction de la quantité d'agents chimiques dangereux émis,
➔ ➔ ➔ **Privilégier les produits d'apport moins dangereux et moins émissifs**
- ③ captage à la source des polluants,
- ④ ventilation générale,
- ⑤ traitement de l'air extrait,
- ⑥ port d'équipements de protection individuelle.



L'information sur les dangers

http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/articles_fr.pdf - Windows Internet Explorer fourni par INRS

http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/articles_fr.pdf

Guide des exigences applicables aux substances contenues dans des articles (ECHA, avril 2011)

```
graph TD
    Start([Objet]) --> E1[Étape 1: Identifier la fonction de l'objet]
    E1 --> E2{Étape 2: La formule surfacique des objets est-elle la plus pertinente pour la fonction que la composition chimique?}
    E2 -- Non --> E3{Étape 3: L'objet contient-il une substance ou un mélange qui peut être séparé de l'objet?}
    E2 -- Oui --> E3
    E3 -- Oui --> Q4[Verifier les questions indicatives de l'étape 4]
    E3 -- Non --> Q5[Verifier les questions indicatives de l'étape 5]
    Q4 -- En majorité oui --> A1([L'objet constitue un article])
    Q4 -- En majorité non --> A2([L'objet est une substance ou un mélange])
    Q5 -- En majorité non --> A2
    Q5 -- En majorité oui --> A1
```

Figure 2: Prise de décision quant à savoir si un objet est un article ou non

Terminé

démarrer

http://echa.europa.e...

FR 16:27

!!!! Dans le cadre du règlement européen REACH, les produits d'apport devraient être considérés comme des mélanges

Annexe I du règlement européen CLP



Prescriptions relatives à la classification et à l'étiquetage des substances et mélanges dangereux

Point 1.3.4 Métaux sous forme massive, alliages, mélanges contenant des polymères, mélanges contenant des élastomères

1.3.4.1 Il n'est pas nécessaire d'étiqueter conformément aux dispositions de la présente annexe les métaux sous forme massive, les alliages, les mélanges contenant des polymères et les mélanges contenant des élastomères, qui, bien que classés comme dangereux conformément à la présente annexe, ne présentent pas de danger pour la santé humaine en cas d'inhalation, d'ingestion ou de contact avec la peau, ni de danger pour le milieu aquatique dans la forme sous laquelle ils sont mis sur le marché.

1.3.4.2 Le fournisseur communique cependant les informations aux utilisateurs en aval ou aux distributeurs, au moyen de **la fiche de données de sécurité*** (FDS).

* La norme NF EN ISO 15011-4 propose une classification des produits d'apport en fonction de la toxicité des fumées et de la quantité de poussières émises

L'information sur les dangers

Classification des produits d'apport selon la norme **NF EN ISO 15011-4**

Débit d'émission (mg/s)

< 3

3 à 8

8 à 15

15 à 25

> 25

Indice d'émission

**Valeurs limites
des fumées de
soudage
(mg/m³)**

**Indice
de
toxicité**

a

b

c

d

e

> 4,5

5

5a

5b

5c

5d

5e

3,5 à 4,5

4

4a

4b

4c

4d

4e

2,5 à 3,5

3

3a

3b

3c

3d

3e

1,5 à 2,5

2

2a

2b

2c

2d

2e

0,5 à 1,5

1

1a

1b

1c

1d

1e

< 0,5

0

0a

0b

0c

0d

0e



Annexe II du règlement CLP

Règles particulières concernant l'étiquetage et l'emballage de certaines substances et de certains mélanges

Point 2.7 Mélanges contenant du cadmium (alliages) et destinés à être utilisés pour le brasage ou le soudage

L'étiquetage de l'emballage de ces mélanges porte la mention suivante :

EUH207 – « Attention ! Contient du cadmium. Des fumées dangereuses se développent pendant l'utilisation. Voir les informations fournies par le fabricant. Respecter les consignes de sécurité ».

Les valeurs limites d'exposition professionnelle

Le Code du travail définit les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) aux agents chimiques (**article R. 4412-4**). Il dresse la liste des VLEP réglementaires contraignantes (**article R. 4412-149**) et renvoie à des arrêtés pour les VLEP réglementaires indicatives (**article R. 4412-150 et arrêté du 30 juin 2004 modifié**).

En France, la valeur limite d'exposition professionnelle sur huit heures (VLEP-8h) pour la totalité des particules composant les fumées de soudage* est de **5 mg/m³**.

Les valeurs limites d'exposition professionnelle de chaque constituant des fumées doivent également être respectées.

!!!! Les valeurs limites d'exposition professionnelle sont un objectif minimal, il convient de choisir les pratiques et les équipements visant à abaisser les niveaux d'exposition à des valeurs aussi basses que possible.



*À noter qu'il subsiste des valeurs limites admises, à caractère indicatif, non réglementaires. Ces valeurs ont été publiées entre 1982 et 1996 dans des circulaires par le ministère chargé du Travail.

Les valeurs limites d'exposition professionnelle

Principaux constituants des fumées de soudage	Valeur limite d'exposition professionnelle (mg/m ³)
	VLEP-8h / VLCT
Aluminium (fumées de soudage)	5
Aluminium (Al ₂ O ₃)	10
Dioxyde d'azote	6
Monoxyde d'azote	30
<i>Baryum (composés solubles)</i>	0,5
Béryllium (et composés)	0,002
Cadmium (oxyde)	0,05
Cadmium (et composés)	0,05
Chrome VI (composés)	0,001 / 0,005
Cuivre (fumées)	0,2
Dioxyde de titane	10
Fer (Fe ₂ O ₃ , fumées)	5
<i>Fluorures</i>	2,5
Manganèse (Mn ₃ O ₄ , fumées)	1
Monoxyde de carbone	55
Nickel et oxydes de nickel (NiO et Ni ₂ O ₃)	1
Ozone	0,2 / 0,4
Phosgène	0,08 / 0,4
Plomb (métallique et composés)	0,1
Zinc (oxyde, fumées)	5

Les valeurs limites d'exposition professionnelle

Les contrôles atmosphériques relèvent du Code du travail et sont définis dans les articles :

- R. 4412-27 à R. 4412-31 pour les agents chimiques dangereux,
- R. 4412-76 à R. 4412-80 pour les agents chimiques classés CMR.

Ces dispositions sont complétées par l'arrêté du **15 décembre 2009**.

Lorsque les agents chimiques concernés possèdent une VLEP réglementaire contraignante ou indicative, les contrôles doivent être effectués par des **organismes accrédités***, au moins une fois par an et lors de tout **changement de procédé** de travail.

Les résultats des mesures et contrôles atmosphériques sont communiqués au médecin du travail et au CHSCT. Ils contribuent à l'évaluation des risques engendrés par une exposition à des agents chimiques et permettent de déterminer les mesures de prévention adaptées.



*Ces organismes sont accrédités pour l'établissement de la stratégie de mesurage, des prélèvements et des analyses.

L'aération et l'assainissement



L'aération et l'assainissement de l'atmosphère des lieux de travail font l'objet de textes réglementaires issus du **Code du travail** :

Articles **R. 4212-1 à 7, R. 4222-1 à 22, R. 4722-1 et 2 et R. 4724-2 et 3.**

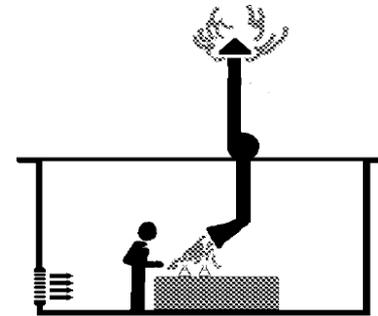


Les locaux où s'exercent des travaux de soudage sont des « **locaux à pollution spécifique** »

→ → obligation pour l'employeur de capter les poussières, gaz et vapeurs « au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible, notamment en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants de l'air ainsi que des mouvements de l'air » (**article R. 4422-12**).



Le contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement fait l'objet de l'arrêté du 8 octobre 1987 du ministère du Travail.



La ventilation locale :

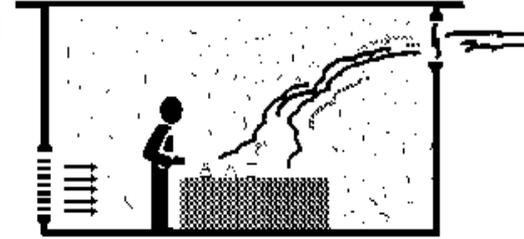
La ventilation par aspiration localisée consiste à capter *les produits dégagés au plus près possible de leur source d'émission, avant qu'ils ne pénètrent dans la zone des voies respiratoires des travailleurs ou ne soient dispersés dans toute l'atmosphère du local de travail.*

Les aspirations localisées maintiennent **les polluants dans une fraction de volume aussi faible que possible et les évacuent plutôt que de les diluer.**

Ces systèmes demandent des débits d'air beaucoup plus faibles que les installations de ventilation par dilution et donc des coûts de fonctionnement et de chauffage moins élevés.

!!!! La ventilation locale doit toujours être retenue en priorité.

L'aération et l'assainissement



La ventilation générale :

La ventilation générale opère *par dilution des polluants à l'aide d'un apport d'air neuf dans le local en quantité suffisante pour amener les concentrations de substances dangereuses en dessous des valeurs limites d'exposition.*

De par son principe même, **la ventilation générale seule n'est pas satisfaisante :**

- elle induit une dispersion du polluant dans tout l'atelier avec un risque d'accumulation dans certaines zones mal ventilées ;
- elle nécessite la mise en œuvre de débits importants ;
- elle ne protège pas immédiatement l'opérateur.

Il est en revanche recommandé d'utiliser **la ventilation générale en complément de la ventilation locale** (pour assurer un apport d'air neuf dans les locaux et pour diluer les polluants résiduels non directement captés à la source).

Le choix de la technique de ventilation s'effectue suite à une analyse du poste de travail :

- la technique de soudage employée ainsi que les paramètres qui y sont associés (*type de matériel, produit d'apport : composition et diamètre, gaz protecteur : type et débit, etc.*),
- les pièces travaillées (*dimensions, forme, poids, grandes ou petites séries, revêtement de surface, perméabilité à l'écoulement d'air, etc.*),
- l'opérateur (*part du soudage dans l'activité globale, formation, aptitude au changement, partage des équipements, etc.*),
- le poste de travail (*implantation dans l'atelier, déplacement et positionnement des pièces, posture en cours d'opération, assistance : potence, équilibreur, gabarit, etc.*),
- l'organisation des flux de matières dans l'atelier.

Le traitement de l'air extrait :

- Le procédé d'assainissement de l'air des locaux offrant les meilleures garanties de sécurité **est le rejet de l'air chargé de fumées à l'extérieur de l'atelier** (les fumées sont directement évacuées au-dehors des locaux de travail au fur à mesure de leur production et de leur captage).
- **Le rejet doit s'effectuer en dehors des zones d'entrée d'air neuf.** Il peut être accompagné d'une récupération d'énergie. En fonction des contraintes imposées pour la protection de l'environnement, l'air peut être filtré avant son rejet à l'extérieur.





Le traitement de l'air extrait :

■ L'utilisation du recyclage est soumise à des conditions restrictives limitant son domaine d'application

→ **Article R 4222-14 du Code du Travail** : « L'air provenant d'un local à pollution spécifique ne peut être recyclé que s'il est efficacement épuré. Il ne peut être envoyé après recyclage dans d'autres locaux que si la pollution de tous les locaux concernés est de même nature. En cas de recyclage, les concentrations de poussières et substances dans l'atmosphère du local doivent demeurer inférieures aux valeurs limites d'exposition professionnelle ».

■ Tous les polluants émis doivent donc être connus et traités. Si cela est techniquement réalisable, avec quelques réserves pour les particules, il n'en va pas de même pour les gaz générés par le soudage (CO, O₃, CO₂, etc.).

Il a été montré que l'efficacité d'épuration de ces gaz est très faible, voire nulle, hormis pour l'ozone. **En cas de recyclage, ces gaz sont donc directement renvoyés dans l'atmosphère de l'atelier, ce qui rend réhibitoire la pratique du recyclage pour le soudage.**

■ De plus, **les fumées de soudage peuvent contenir des agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction et, pour respecter les exigences de prévention, le recyclage est à proscrire.**

Pour en savoir plus...

- **Les fumées de soudage et des techniques connexes, ED 6132, 2012**
- **Guide pratique de ventilation n° 7 - Opérations de soudage à l'arc et de coupage, ED 668, 2014**
- **Le soudage à l'arc, DV 0388, 2010**
- **Le soudage manuel à l'arc avec électrodes enrobées, ED 83, 2011**
- **Travaux de soudage. Graver la prévention dans le métal, Travail et sécurité n°706, 2010**
- **Des torches de soudage aspirantes, DV 0215, 1993**
- **Soudage à l'arc électrique et coupage. Prévention des risques professionnels, R 443, 2009**





Notre métier, rendre le vôtre plus sûr
www.inrs.fr

