

DOSSIER

# FUMÉES DE SOUDAGE

SOMMAIRE DU DOSSIER

► Fumées de soudage

Accueil &gt; Risques &gt; Fumées de soudage

## Fumées de soudage

### Un risque majeur

**Les fumées de soudage de métaux peuvent selon leur composition, leur concentration et la durée d'exposition, présenter des effets néfastes pour la santé et être à l'origine de pathologies professionnelles. Les risques concernent les soudeurs mais également les personnes qui travaillent à proximité. Leur prévention repose sur la mise en œuvre de dispositifs de protection collective qui peuvent être complétés par le port d'équipements de protection individuelle.**

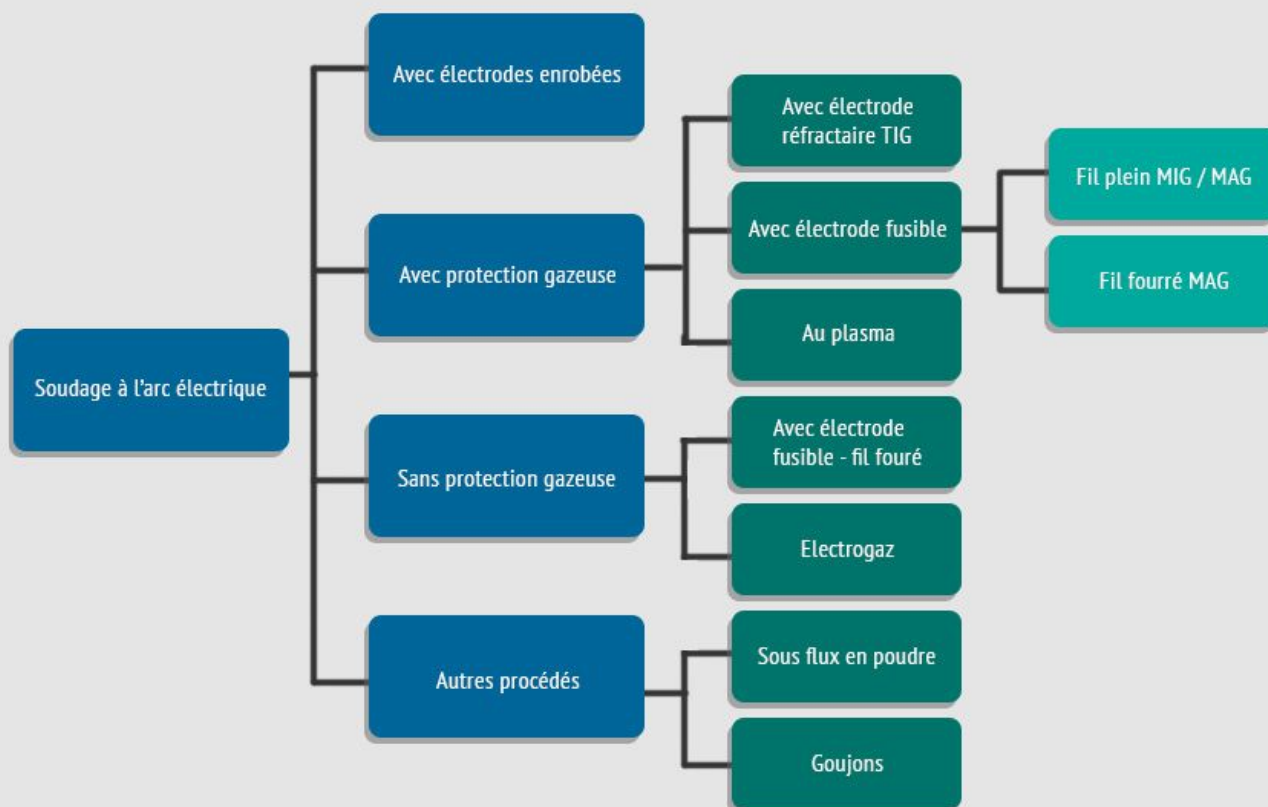
### De quoi parle-t-on ?

Le soudage de métaux permet d'assembler deux éléments métalliques de même nature en portant leurs bords à la température de fusion grâce à une source d'énergie. Cette opération peut être effectuée avec ou sans métal d'apport. Le métal de base et le métal d'apport se mélangent par dilution pour former le cordon de soudure (ou joint d'assemblage), dont les propriétés sont au moins égales à celles des matériaux à assembler. Le soudage s'applique à tous les matériaux métalliques.

Le soudage ne doit pas être confondu avec le brasage. Lors des opérations de brasage, seul le métal d'apport, dont la nature est différente des pièces à assembler, participe à la constitution du cordon de soudure.

Il existe près de 140 procédés différents de soudage, qui peuvent être manuels, semi-automatiques ou automatiques. Le procédé de soudage le plus répandu consiste à utiliser un arc électrique comme source d'énergie : on parle alors de soudage à l'arc électrique. Il existe plusieurs techniques de soudage à l'arc électrique.

## Les différents procédés de soudage à l'arc électrique



Les différents procédés de soudage à l'arc électrique

Outre le soudage à l'arc électrique, il existe d'autres procédés de soudage : par résistance (par points, à la molette, par brossage...), à haute densité d'énergie (par faisceau d'électrons, laser...). Il existe également des procédés de soudage aux gaz (oxyacétylénique) et mécanique (par friction-malaxage, par ultrasons...), etc.

### Effets sur la santé

Du fait des hautes températures atteintes au point de fusion, tous les procédés de soudage émettent des fumées potentiellement nocives qui peuvent être inhalées par les soudeurs et les personnes travaillant à proximité. Ces fumées, mélangées à de l'air chaud, sont formées, en proportions variables suivant le procédé, de gaz et de poussières dont les dimensions sont en quasi-totalité inférieures au micromètre. Du fait de leur très petite taille, ces poussières sont susceptibles d'atteindre la région alvéolaire de l'appareil respiratoire.



© V. Nguyen/INRS

L'exposition aux fumées de soudage peut être responsable de nombreuses maladies pulmonaires, rénales, du système nerveux central...

Les fumées de soudage peuvent être à l'origine d'intoxications entraînant la survenue de pathologies aiguës ou chroniques.

Parmi les principaux polluants contenus dans les fumées, on peut citer :

- le chrome VI, le nickel, l'aldéhyde formique, le cobalt ou le béryllium : potentialité cancérogène ;
- le cobalt et le béryllium : fibrose pulmonaire ;
- l'aluminium, l'antimoine, le baryum, le béryllium, le chrome, le cuivre, les fluorures, le magnésium, le manganèse, le molybdène, le nickel, le plomb, le titane, le vanadium, le zinc et le zirconium : irritants, toxiques ou allergisants ;
- l'aluminium, la silice amorphe, le titane, le fer ou l'étain : surcharge pulmonaire ;
- le monoxyde de carbone, le monoxyde d'azote, le cyanure d'hydrogène : toxiques ;
- l'ozone, le dioxyde d'azote, l'aldéhyde formique et le phosgène : irritants.

### Les principales pathologies rencontrées chez les salariés amenés à effectuer des travaux de soudage

		POLLUANTS
Pathologies aiguës	Cœdème pulmonaire	Ozone, oxyde d'azote, phosgène
	Fièvre des métaux	Oxydes de zinc et de cuivre, oxyde de magnésium
	Asthme	Colophane, diisocyanate de toluylène, formaldéhyde
	Pneumonie toxique	Oxydes de manganèse, oxyde de cadmium, oxyde de béryllium
Pathologies chroniques	Pneumoconiose	Oxydes de fer, oxyde d'aluminium, oxyde d'étain, oxyde de béryllium
	Bronchite chronique	Oxydes d'azote, ozone, oxydes de chrome, oxydes de nickel, oxydes de manganèse, oxyde de cadmium
	Atteinte du système nerveux central	Oxyde d'aluminium, oxydes de manganèse
	Atteinte rénale	Oxyde de cadmium, oxyde de plomb, dioxyde de thorium
	Cancer broncho-pulmonaire	Oxydes de nickel, composés du chrome, oxyde de cadmium, oxyde de béryllium

La composition des fumées de soudage et le débit d'émission dépendent de nombreux paramètres, dont certains liés entre eux, parmi lesquels le procédé de soudage, le diamètre du fil ou de l'électrode, la composition du fil ou de l'électrode, le débit et la composition du gaz protecteur, la présence de revêtements (contenant du zinc, du plomb, du cadmium, etc.) ou de contaminants sur le métal de base (salissure, traces de solvants, graisses, etc.)... 95 % des constituants des fumées de soudage proviennent des produits d'apport, moins de 5 % du matériau de base.

Le niveau d'empoussièrement dans les locaux de travail peut être très élevé et atteindre plusieurs dizaines de mg/m<sup>3</sup>. En France, la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) sur huit heures pour la totalité des particules composant les fumées de soudage est de **5 mg/m<sup>3</sup>**. Les valeurs limites d'exposition professionnelle de chaque constituant des fumées doivent également être respectées.

Le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé dès 1990 les fumées de soudage dans le groupe 2B - l'agent est peut-être cancérigène pour l'homme (monographie 49). Ce classement a été revu en 2017 (monographie 118), les fumées de soudage sont dorénavant classées dans la **catégorie 1 - l'agent est cancérigène pour l'homme**. Elles ne sont cependant pas classées par l'Union Européenne. Néanmoins, plusieurs constituants des fumées émis lors du soudage de certains métaux (chrome VI, nickel, béryllium, etc.) sont classés par l'Union Européenne.

## Le soudage, une activité à risques ?



© G. Kerbaol / INRS

Utilisation d'une torche aspirante lors d'une opération de soudage

Le soudage des métaux présente de multiples risques pour la santé et la sécurité des salariés. Il peut ainsi provoquer des blessures, des maladies aiguës et chroniques mais également des accidents parfois graves tels que l'électrocution chez les soudeurs ainsi que chez les personnes travaillant à proximité. Outre l'exposition aux fumées de soudage, les principaux risques sont l'asphyxie-anoxie (appauvrissement de l'atmosphère en oxygène lié à l'utilisation de procédés de soudage sous protection gazeuse), les brûlures de la peau (par contact, par projection, etc.), les lésions oculaires et auditives, l'électrisation, les troubles musculosquelettiques, etc. Certains risques existent quel que soit le procédé employé, d'autres varient en fonction de la technique et des matériaux de base et d'apport utilisés.

Pour en savoir plus **Voir la page Soudeurs**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://www.inrs.fr/metiers/soudage-metal.html>

## Démarche de prévention des risques

Les mesures de prévention à mettre en œuvre doivent être adaptées au procédé et aux matériaux utilisés mais également au lieu de travail (atelier, chantier, espace confiné). Chaque situation doit être considérée comme un cas particulier.

Toutefois, la démarche générale de prévention des risques liés aux fumées de soudage repose sur :

- **L'utilisation de procédés de soudage moins émissifs**

Pour réduire l'émission de fumées de soudage, la modification des procédés doit systématiquement être envisagée sous réserve que la qualité de la soudure ne soit pas altérée. Par exemple, utiliser un poste à souder de technologie récente dite poste synergique ou pulsé, modifier le diamètre de l'électrode, remplacer le fil fourré par un fil plein, réduire la longueur de l'arc ou encore changer le gaz de protection (réduire la proportion de dioxyde de carbone). Il existe également des procédés développés récemment qui présentent la particularité d'être moins émissifs comme le soudage à l'arc submergé ou le soudage par friction-malaxage.

#### ■ La mise en place d'un captage des fumées de soudage à la source et d'une ventilation générale

L'utilisation de procédés et produits d'apport moins émissifs peut parfois s'avérer insuffisante pour garantir un air sain. Il est donc nécessaire, afin d'assurer la protection des travailleurs contre les risques d'inhalation des fumées de soudage, de capter ces dernières au plus près de leur source d'émission. La **ventilation par aspiration localisée** permet de capter les produits dégagés avant qu'ils ne pénètrent dans les voies respiratoires des salariés 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 à l'extérieur des ateliers après filtration plutôt que de les diluer. Ces installations requièrent des débits d'air beaucoup plus faibles que les installations de ventilation générale et donc des coûts de fonctionnement et de chauffage moins élevés.

Il convient de choisir un dispositif de ventilation par aspiration localisée spécifiquement adapté au poste de travail (à la technique de soudage employée, aux pièces à souder, à l'environnement et aux conditions de travail, etc.). Il pourra s'agir **d'un dossier aspirant, d'une torche aspirante, d'un gabarit aspirant, d'une table aspirante, d'une cabine de soudage voire éventuellement d'un bras articulé ou d'une hotte**.

Il est par ailleurs recommandé d'utiliser une **ventilation générale en complément de la ventilation locale** pour diluer les polluants résiduels non directement captés à la source. La ventilation générale par déplacement doit être privilégiée. Cette technique consiste à diffuser à basse vitesse (inférieure à 5 m/s) de l'air neuf dans les zones de soudage et à extraire l'air pollué en partie haute de l'atelier.

Dans les espaces confinés, il convient de mettre en place une ventilation mécanique forcée.

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. Il évacue directement les fumées au-dehors des locaux de travail au fur et à mesure de leur production et de leur captage. Le rejet doit s'effectuer en dehors des zones d'entrée d'air neuf, après filtration. Il peut être accompagné d'une récupération d'énergie. Même après filtration, le recyclage de l'air extrait est à proscrire.

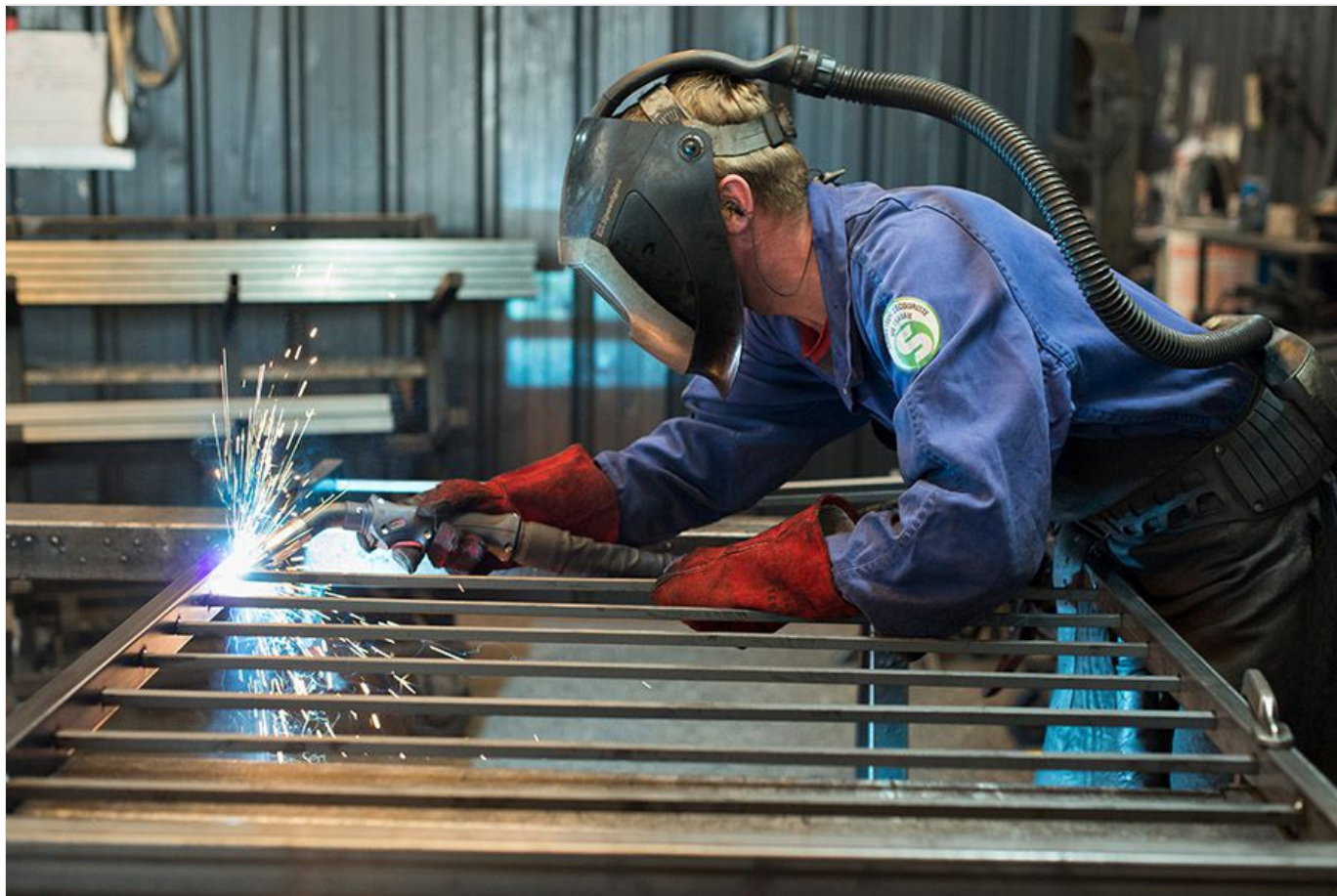
**Voir la brochure <sup>2</sup>Opérations de soudage à l'arc et de coupage - Guide pratique de ventilation (ED 668) <sup>2</sup>**

<sup>2</sup> <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20668>

#### ■ La mise à disposition d'équipements de protection individuelle

Lorsqu'un dispositif de protection collective (ventilation localisée) ne peut être installé ou lorsqu'il s'avère insuffisant, les soudeurs doivent porter un appareil de protection respiratoire.

Ils doivent plus précisément se munir d'un **appareil de protection respiratoire filtrant à ventilation libre ou à ventilation assistée** en fonction de la durée des travaux : filtres anti-aérosols de classe P2 au minimum, si présence d'agents cancérigènes filtres anti-aérosols de classe P3. En fonction des polluants émis, des filtres anti-gaz seront éventuellement combinés. Dans le cas où le niveau ambiant d'oxygène est appauvri, il est recommandé de porter un appareil de protection respiratoire isolant.



© G. Maisonneuve

En complément des mesures de protection collective, le port d'un appareil de protection respiratoire permet de réduire les expositions des soudeurs.

Il convient de limiter l'emploi d'un appareil de protection respiratoire à des situations de travail courtes ou exceptionnelles, le port d'un appareil représentant toujours une contrainte liée à l'utilisation. De plus, il ne protège que le porteur et non les personnes qui sont à proximité. Par ailleurs, la protection est souvent limitée dans le temps.

Les soudeurs doivent également être équipés d'un masque (ou casque) muni d'un filtre oculaire, il existe des masques qui permettent de protéger à la fois des fumées de soudage et des rayonnements.

Les dispositifs de ventilation et les équipements de protection individuelle doivent être en bon état, correctement utilisés et régulièrement entretenus.

■ **la formation des soudeurs à la bonne utilisation des équipements de travail et des dispositifs de protection collective et individuelle**

La préparation des pièces avant soudage (grenaillage, dégraissage, chanfreinage...) ainsi que leur mise en œuvre de manière à favoriser le soudage en position horizontale et à hauteur voisine de 0,9 m par rapport au sol peuvent également concourir à la réduction des émissions de fumées de soudage.

## **Le programme national CMR 2014-2017 « Fumées de soudage en chaudronnerie » de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés**

Le réseau Prévention de la Sécurité sociale a engagé, pour une période de 4 années, un programme d'action national destiné à réduire l'exposition des salariés aux agents cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR). Les activités de soudage à l'arc électrique réalisées en France par près de 20 000 soudeurs répartis dans 2000 établissements ont été ciblées dans le cadre de ce programme.

Cette action a pour objectif de réduire l'exposition des soudeurs via la mise en œuvre de solutions techniques et organisationnelles visant principalement à diminuer les émissions de fumée en agissant sur les procédés (métal d'apport, mode de gestion de l'arc électrique, gaz de protection...) et sur les dispositifs de captage à la source.

### **En savoir plus**

#### **Brochures**

**BROCHURE** 06/2012 | ED 6132



#### **Les fumées de soudage et des techniques connexes**

Document de synthèse sur les fumées de soudage : gaz et particules émis durant les opérations de soudage, brasage, coupage et projection thermique <sup>3</sup>

<sup>3</sup><http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206132>

**BROCHURE** 12/2011 | ED 83



#### **Le soudage manuel à l'arc avec électrodes enrobées**

Cette fiche pratique de sécurité décrit la technique de soudage à l'arc avec électrodes enrobées, en indique les principaux risques et les mesures de prévention. <sup>5</sup>

<sup>5</sup><http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%2083>

**BROCHURE** 04/2015 | FAR 15



#### **Soudage / brasage des métaux**

Cette fiche recense les postes susceptibles de présenter un risque cancérigène lors du soudage / brasage des métaux. Pour chaque poste de travail, les cancérigènes avérés ou suspectés sont listés. <sup>7</sup>

<sup>7</sup><http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=FAR%2015>

**BROCHURE** 07/2014 | ED 668



#### **Opérations de soudage à l'arc et de coupage**

Ce guide est conçu comme un document de référence pour la conception, la conduite et le contrôle des installations de ventilation, et s'applique aux différents procédés de soudage à l'arc. <sup>4</sup>

<sup>4</sup><http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20668>

**BROCHURE** 09/2008 | FAS 20



#### **Oxyde de thorium. Soudage TIG**

Cette fiche concerne la substitution de l'oxyde de thorium dans les activités de soudage TIG.

Une fiche d'aide à la substitution (FAS) est établie pour un produit cancérigène dans un domaine d'activité donné (lorsque sa présence est avérée et que la substitution est possible). Elle a pour objectif ... <sup>6</sup>

<sup>6</sup><http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=FAS%2020>

#### **Audiovisuel**

Retrouvez ce dossier sur le site de l'INRS :

[www.inrs.fr/risques/fumees-soudage.html](http://www.inrs.fr/risques/fumees-soudage.html)

VIDÉO DURÉE : 45 MIN



### Le soudage à l'arc

À travers fictions, témoignages et tables rondes, ce film illustre chacun des principaux risques associés aux activités de soudage, qui s'exercent dans de nombreux secteurs professionnels et ... <sup>8</sup>

<sup>8</sup> <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DV%200388>

## Articles

ARTICLE DE REVUE TS 769



### Souder en long et en large

C'est une importante entreprise de constructions métalliques installée dans les Landes, à Labenne. Toutes sortes d'opérations y sont réalisées, mais ce sont les postes de soudage qui ont particulièrement attiré l'attention de la Carsat Aquitaine. Des aménagements, relativement simples, facilitent le travail quotidien des soudeurs. <sup>9</sup>

<sup>9</sup> <http://www.travail-et-securite.fr/ts/en-images/769/en-images-769.html>

ARTICLE DE REVUE TS 753



### Quand les fumées vont dans le mur

Des casiers de transport et des présentoirs de bouteilles de gaz quasiment à perte de vue. Sudco, le leader français de ce marché, réalise jusqu'à 1 500 000 soudures par an pour fabriquer ces produits. <sup>10</sup>

<sup>10</sup> [http://www.travail-et-securite.fr/dms/ts/ArticleTS/TI-TS753page40-41/753\\_INRS\\_P40-41.pdf](http://www.travail-et-securite.fr/dms/ts/ArticleTS/TI-TS753page40-41/753_INRS_P40-41.pdf)



### Une problématique qui part en fumée

Avec dix-huit postes de soudure, le fabricant de bennes pour camions JPM est particulièrement concerné par la question des fumées de soudage. Récemment, cette entreprise s'est engagée dans une réflexion sur le sujet et des actions ont très rapidement été mises en œuvre. <sup>11</sup>

<sup>11</sup> [http://www.travail-et-securite.fr/dms/ts/ArticleTS/TI-TS758page44-45/758\\_INRS\\_P44-45.pdf](http://www.travail-et-securite.fr/dms/ts/ArticleTS/TI-TS758page44-45/758_INRS_P44-45.pdf)



### Soudés contre les fumées

Motivée à la suite d'une injonction, l'entreprise Leroy-Somer a repensé son système de ventilation pour limiter les risques liés aux fumées de soudage. Un projet porté par la direction et ses salariés, impliqués en amont. <sup>12</sup>

<sup>12</sup> <http://www.travail-et-securite.fr/dms/ts/ArticleTS/TS-TS741page46/TS741page46.pdf?refINRS=TS741page46>

Mis à jour le 13/09/2017