

DOSSIER

FUMÉES DE SOUDAGE

SOMMAIRE DU DOSSIER

► 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 non seulement 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 ?

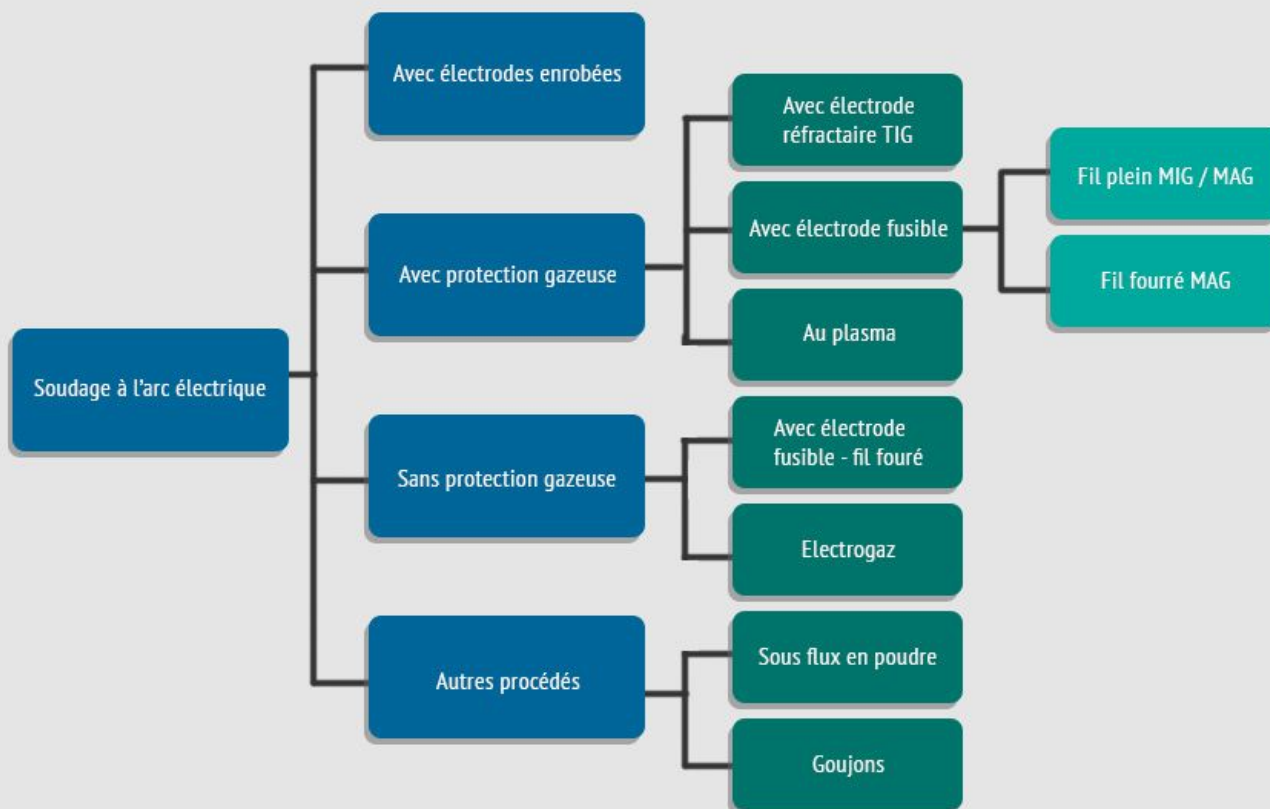
Le soudage de métaux permet d'assembler deux éléments métalliques de même nature en portant leurs bords à la température de fusion grâce à une source d'énergie. Cette opération peut être effectuée avec ou sans métal d'apport. Le métal de base et le métal d'apport se mélangent par dilution pour former 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 de nombreux procédés 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.

Selon l'enquête Sumer 2017, 528 000 salariés, soit environ 2 % des salariés français, sont exposés aux fumées de soudage.

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.

Les soudeurs sont également amenés à effectuer des opérations de préparation et de parachèvement des pièces (ponçage, formage, meulage, 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	Œdème 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/m³. 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/m³**. Cette valeur n'est pas réglementaire, elle a été fixée par une circulaire du ministère chargé du travail de 1987. Elle doit être considérée comme obsolète compte tenu des connaissances sur la dangerosité des fumées de soudage.

Les ateliers dans lesquels des opérations de soudage sont réalisées sont des locaux à pollution spécifique. Il convient donc de se référer aux concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur dans un local à pollution spécifique fixées par le décret 2021-1763 du 23 décembre 2021.

Les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur, évaluées sur une période de huit heures, ne doivent ainsi pas dépasser respectivement 7 mg/m³ et 3,5 mg/m³. Ces valeurs sont transitoires et s'appliquent jusqu'au 30 juin 2023 (à compter du 1^{er} juillet 2023, de nouvelles concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires s'appliqueront, à savoir respectivement 4 mg/m³ et 0,9 mg/m³).

Par ailleurs, les fumées de soudage contiennent des métaux et des oxydes métalliques qui peuvent avoir des VLEP spécifiques, comme les composés du chrome VI. Ces VLEP doivent également être respectées lors des opérations de soudage.

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.

De plus, l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a proposé d'inscrire les travaux exposant aux fumées de soudage à la liste des procédés cancérigènes fixée par un arrêté conjoint des ministres chargés du travail et de l'agriculture.

Voir **Travaux exposant aux fumées de soudage à inscrire à la liste des substances, mélanges et procédés cancérigènes, Anses, 2022**¹

¹ <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2017SA0237Ra-2.pdf>

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 non seulement 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. 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 Soudeurs²**

²<https://www.inrs.fr/metiers/soudage-metal>

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.

Préalablement à toute action, il est ainsi essentiel de réaliser une analyse globale de la situation de travail. L'objectif de cette analyse est de recueillir un maximum d'éléments utiles pour définir les moyens de prévention. Elle est réalisée en collaboration avec les différents acteurs de l'entreprise et nécessairement avec les opérateurs occupant le poste, qui apporteront leurs compétences et expériences et communiqueront les informations permettant de connaître leur activité réelle.

Quatre grands domaines sont à explorer :

- la technique de soudage employée ainsi que les paramètres qui y sont associés ;
- les pièces travaillées ;
- l'opérateur ;
- le poste de travail ;
- l'organisation des flux de matières dans l'atelier.

La démarche générale de prévention des risques liés aux fumées de soudage repose sur les points suivants.

- **L'utilisation de produits et 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 avec gestion électronique de l'arc, 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.

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

Pour offrir les meilleures garanties de sécurité, l'air chargé de fumées doit être rejeté à l'extérieur. 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.

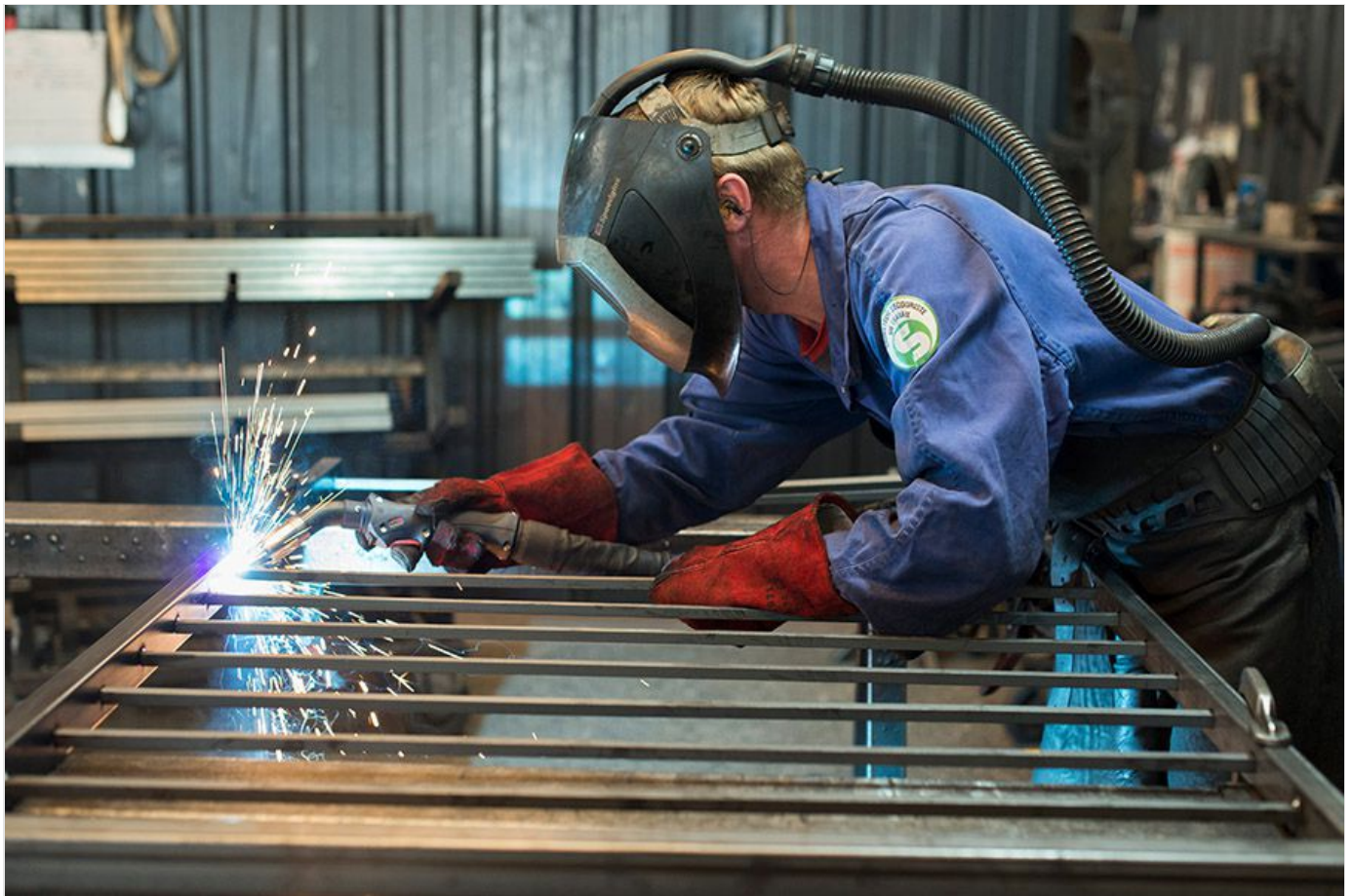
Voir la brochure ³Opérations de soudage à l'arc et de coupage - Guide pratique de ventilation (ED 668) ³

³ <https://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 antiaérosols de classe P3. En fonction des polluants émis, des filtres antigaz 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 optiques.

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.**

Brochures

BROCHURE 12/2018 | ED 6132



Les fumées de soudage et des techniques connexes

Cette brochure propose de faire un point sur la composition, la formation, l'émission et la toxicité de fumées émises lors de travaux de soudage et des techniques connexes en fonction des procédés mis en oeuvre et des matériaux de base et d'apport utilisés. ⁴

⁴ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%206132>

FICHE 06/2022 | ED 6484



Prévenir les risques liés aux fumées de soudage des métaux

Cette fiche propose des recommandations pratiques pour prévenir les risques liés aux fumées de soudage des métaux, afin de préserver la santé et la sécurité des salariés exposés à ces risques. ⁶

⁶ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%206484>

FICHE 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 d... ⁸

⁸ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=FAS%2020>

BROCHURE 11/2009 | ED 742



Soudage et coupage au chalumeau

Le chalumeau est un appareil portatif qui sert à chauffer, braser, souder ou couper des pièces métalliques. Il utilise la chaleur de combustion d'un gaz combustible (acétylène ou propane) mélangé dans certaines proportions à un gaz comburant (oxygène). Cette brochure se propose de rappeler les préca... ¹⁰

¹⁰ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%20742>

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. ⁵

⁵ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%20668>

FICHE 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. ⁷

⁷ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%2083>

FICHE 02/2015 | 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. ⁹

⁹ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=FAR%2015>

FICHE 10/2020 | ED 122



Le brasage tendre

Cette fiche présente les principaux risques liés à l'opération du brasage tendre, ainsi que les mesures de prévention à mettre en place. ¹¹

¹¹ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%20122>

Audiovisuel

VIDÉO DURÉE : 45MIN



Le soudage à l'arc

A 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 présente...¹²

¹² <https://www.inrs.fr/media?refINRS=DV%200388>

VIDÉO DURÉE : 01H 01MIN 56S



Webinaire - Fumées de soudage à l'arc : solutions de prévention associées à la ventilation

Le 6 mai 2021, l'INRS a organisé un webinaire sur les fumées de soudage à l'arc à destination des employeurs, chargés de prévention et services de santé au travail. L'objectif est d'éclairer les ent...¹⁴

¹⁴ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=Anim-282>

VIDÉO DURÉE : 56MIN 38S



Webinaire - Fumées de soudage : risques pour la santé et prévention

Le 21 janvier 2020, l'INRS a organisé un webinaire consacré au fumées de soudage. Ce séminaire en ligne propose un point complet sur les risques pour la santé et sur les mesures de prévention à mettr...¹³

¹³ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=Anim-222>

Articles



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. ¹⁵

¹⁵ <https://www.travail-et-securite.fr/ts/en-images/769/en-images-769.html>



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. ¹⁶

¹⁶ https://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.¹⁷

¹⁷ https://www.travail-et-securite.fr/dms/ts/ArticleTS/TI-TS758page44-45/758_INRS_P44-45.pdf



Rhinite et asthme en relation avec les activités de soudage et de brasage

Les agents sensibilisants des fumées les plus fréquemment cités sont les oxydes métalliques (nickel, chrome, aluminium, zinc...) et la colophane utilisée dans les flux de brasage.¹⁹

¹⁹ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TR%2060>

Mis à jour le 27/09/2022



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.¹⁸

¹⁸ <https://www.travail-et-securite.fr/dms/ts/ArticleTS/TS-TS741page46/TS741page46.pdf?refINRS=TS741page46>