



Attention, risque de cancer:
nickel dans les fumées de
soudage

Protection de la santé lors
de soudage à l'arc et de
projection thermique

suvapro

Le travail en sécurité

Les procédés de soudage du nickel, de l'acier au nickel-chrome et d'alliages à base de nickel produisent des fumées et des particules inhalables pouvant contenir des composés de nickel cancérogènes.

Cette brochure fournit des informations sur les possibles expositions au nickel ainsi que sur les dangers qu'elles représentent pour la santé de vos collaborateurs lors des procédés de soudage à l'arc et de projection thermique. Elle donne des indications et des recommandations sur les mesures de protection visant à minimaliser les expositions.

Table des matières

1	Les fumées de soudage peuvent provoquer le cancer	4
2	Soudage à l'arc sous protection gazeuse (MIG/MAG)	5
2.1	Mise en danger par le nickel	5
2.2	Mesures préventives	6
3	Projection thermique	8
3.1	Mise en danger par le nickel	8
3.2	Mesures préventives	8
4	Preuve de l'efficacité et prévention en médecine du travail	10
5	Informations complémentaires	11

1 Les fumées de soudage peuvent provoquer le cancer

Les fumées de soudage et les dépôts de poussières peuvent contenir du nickel et des composés de nickel insolubles. Le nickel métallique est une substance «cancérogène possible» (catégorie C3). En 2005, les composés de nickel insolubles ont été rattachés par la Suva aux substances que l'on sait être cancérigènes pour l'homme (catégorie C1). Par la suite, les valeurs limites d'exposition aux postes de travail ont été abaissées pour ces composés. Les valeurs limites moyennes d'exposition (VME, concentration dans l'air) et les valeurs biologiques tolérables (VBT, concentration dans l'organisme) applicables depuis lors sont représentées dans le tableau 1 (cf. également le document de la Suva «Valeurs limites d'exposition aux postes de travail», réf. 1903.f).

Désignation de la substance	VME mg/m ³	VBT nmol/l	Catégorie
Nickel (nickel métallique), alliages de nickel	0,50	766,6	C3
Nickel, composés insolubles (oxydes)	0,05	170,4	C1

Tableau 1: valeurs limites d'exposition aux postes de travail 2013 pour le nickel et les composés de nickel

Exposition au nickel en Suisse

Le danger d'exposition au nickel des travailleurs se présente avant tout dans le secteur de la construction métallique, en particulier lors de procédés de soudage impliquant l'utilisation de matériaux de base et d'apport fortement alliés. La Suva a examiné les concentrations de nickel dans la zone de respiration de soudeurs. Le tableau 2 regroupe les résultats de mesures de l'air pour quatre procédés de soudage. La mise en danger pour les travailleurs a été jugée comme particulièrement critique pour les procédés de projection thermique et de soudage à l'arc avec électrode fusible sous protection gazeuse (soudage MIG/MAG). Ces procédés produisent des composés de nickel insolubles, avant tout des oxydes de nickel. A de telles places de travail, il est fortement probable que la VME soit dépassée.

Procédé de travail	Nombre de valeurs de mesure	Concentrations de nickel en mg/m ³			≥ VME %
		Valeur à 50 %	Valeur à 90 %	Valeur à 95 %	
Poussière inhalable, prélèvement personnel					
Soudage MIG-MAG	44	0,040	0,167	0,282	41,1
Soudage TIG	58	0,009	0,031	0,056	6,2
Projection thermique	27	0,051	0,406	1,048	50,3
Soudage SAEE	16	0,012	0,037	0,045	0

Tableau 2: évaluation de mesures de l'air pour des composés de nickel insolubles dans le cadre de quatre procédés de soudage (période de 2007 à 2010)

Valeur à 50 % (mg/m³):

Cette valeur (50e percentile, médiane) signifie que 50 pour cent des valeurs mesurées étaient plus faibles que la concentration indiquée. Même logique pour la valeur à 90 % (90e percentile): 90 pour cent des valeurs mesurées se situaient au-dessous de cette concentration.

≥ **Valeur limite (%)**: part en pour cent des valeurs de mesure supérieure à la valeur limite (VME) pour la fraction inhalable de nickel et de ses composés dans la poussière inhalable.

2 Soudage à l'arc avec électrode fusible sous protection gazeuse (soudage MIG/MAG)

Le soudage MIG/MAG avec l'utilisation de nickel et d'alliages de nickel comme métal d'apport produit avant tout des oxydes de nickel. La teneur en oxydes de nickel des fumées de soudage peut se situer entre 5 et 84 %.

Les oxydes de nickel sont des composés insolubles dans l'eau qui peuvent avoir des effets cancérogènes sur l'homme. Les valeurs limites applicables aux composés de nickel insolubles sont donc déterminantes pour l'appréciation de la charge interne ainsi que de l'exposition au nickel (tableau 1).



Fig. 1: le soudage MIG/MAG d'acier allié produit des fumées et de la poussière contenant du nickel.

2.1 Mise en danger par le nickel

Afin d'évaluer les conditions au poste de travail, la Suva a effectué des mesures dans l'air ambiant (air monitoring, relevé de l'exposition moyenne dans l'air durant le temps de travail) dans le cadre d'un programme complet. Elle a également contrôlé la charge interne des soudeurs dans le cadre de la prévention en médecine du travail (biomonitoring). Des échantillons ont été prélevés en parallèle dans la zone de respiration et dans les urines des soudeurs.

Procédé de mesure	Nombre de soudeur	Concentrations de nickel			≥ Valeur limite
		Valeur à 50 %	Valeur à 90 %	Valeur à 95 %	
Prélèvement individuel					
Air monitoring	16	0,050 mg/m ³	0,291 mg/m ³	0,332 mg/m ³	50 % (VME)
Monitoring biologique	16	50,5 nmol/l	328,5 nmol/l	486,5 nmol/l	16 % (VBT)

Tableau 3: évaluation de données de mesures de soudage MIG-MAG pour des composés de nickel insolubles (période 2007 à 2010).

Les mesures (tableau 3) montrent lors du soudage MIG/MAG avec des matériaux d'apport contenant du nickel un dépassement de la VME des composés de nickel insolubles pour 50 % des travailleurs et de la VBT pour 16 % d'entre eux. On peut donc supposer que ce procédé entraîne une **exposition assez forte** aux composés de nickel et, partant, une mise en danger accrue des soudeurs.

2.2. Mesures préventives

Mesures générales

Des mesures de protection doivent toujours être prises, indépendamment des matériaux utilisés, lors du soudage à l'arc. Les mesures prescrites (chapitre 5) doivent être mises en place selon les priorités suivantes.

1. Remplacement du procédé MIG/MAG par un procédé de soudage produisant moins émissif

- Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode de tungstène (soudage TIG)
- Soudage MIG/MAG utilisant peu d'énergie (arc court)
- Soudage MIG/MAG avec arc pulsé

De manière générale, le remplacement du procédé ne suffit normalement pas à lui seul. Il faut veiller à ce que l'efficacité des mesures prises soit démontrée (chapitre 4).



Figure 2: plaque signalétique d'un système d'aspiration intégré à la torche de soudage avec la classe de séparation des fumées de soudage W3.

2. Mesures relatives au traitement de l'air

- Les fumées de soudage doivent être captées et évacuées le plus près possible de la zone d'émission, par ex. avec un système d'aspiration intégré à la torche de soudage ou un système d'aspiration équipé d'un élément de captage ajustable (bras d'aspiration).
- Si l'aspiration au niveau de la zone d'émission n'est pas possible ou si son efficacité est insuffisante, le local de travail doit être ventilé artificiellement. A cet effet, une ventilation avec flux laminaire¹, également appelée ventilation à déplacement d'air ou ventilation à front d'air frais, convient particulièrement.

3. Optimiser les conditions de travail

- Utiliser des matériaux d'apport optimaux. La fiche de données de sécurité et les fiches d'information sur les fumées (SN EN ISO 15011-4) peuvent fournir des informations pour l'évaluation.
- Adopter une bonne position de travail et de soudage avec une zone de respiration la plus éloignée possible des fumées de soudage (par ex. ne pas se pencher sur la soudure ou positionner correctement la pièce à travailler).
- Ajuster et positionner correctement le dispositif de captage des fumées.
- Former et instruire les soudeurs sur la façon de travailler en toute sécurité.
- Entretenir les équipements de travail dans les règles de l'art: inspection régulière, par ex. contrôle visuel de l'installation d'aspiration (tuyaux, jonctions, joints, filtres), examen fonctionnel annuel des installations d'aspiration et de ventilation avec mesure du débit d'air et de la vitesse d'aspiration au niveau de l'élément de captage de détection² ainsi que maintenance et remise en état.

4. Protection des yeux et du visage

- Utiliser un casque de soudeur auto-obscureissant au lieu d'un écran de protection.

¹ Cf. VDI/DVS 6005.

² Cf. SN EN ISO 15012-2.



Fig. 3: protection respiratoire lors de soudage MIG/MAG: appareil filtrant à ventilation assistée avec casque de soudeur et filtre à particules réutilisable de la classe TH3P R SL.

Mesures complémentaires

Lors des opérations de soudage avec des matériaux de base et d'apport contenant du nickel, les mesures de protection suivantes doivent également être prises pour minimaliser l'exposition des travailleurs.

5. Recyclage de l'air

L'air aspiré et filtré ne doit pas être renvoyé dans le local de travail. Font exception les situations dans lesquelles des appareils de la classe de séparation des fumées de soudage W3³ sont utilisés (figure 2), à condition que le taux de recirculation de l'air dans le local ne dépasse pas 70 % du volume total de ventilation. Avec de telles installations de ventilation, le système doit être

équipé d'un dispositif permettant de passer rapidement à l'alimentation intégrale en air frais.

6. Protection des voies respiratoires

Lors de longues opérations de soudage MIG/MAG d'acier au nickel-chrome fortement allié, de nickel et d'alliages de nickel (teneur en nickel $\geq 5\%$), il faut porter des appareils filtrants à ventilation assistée⁴ avec casque de soudeur et filtre à particules de la classe TH2P ou TH3P selon SN EN 12941 (figure 3). Si le renouvellement de l'air est limité (par exemple dans des chaudières ou des citernes), un appareil à adduction d'air comprimé selon SN EN 14594 est nécessaire. L'employeur doit surveiller le port correct des appareils de protection des voies respiratoires.

³ Cf. SN EN ISO 15012-1.

⁴ Cf. SN EN 12941.

3 Projection thermique

Le matériau d'apport utilisé lors du procédé de projection thermique produit des particules de fumée et de poussière inhalables dangereuses pour la santé. En fonction des matériaux employés, ces particules peuvent contenir des composés de chrome, de nickel et de cobalt cancérigènes.

La projection thermique impliquant du nickel et des composés de nickel comme matériaux d'apport produit avant tout des oxydes de nickel. Pour l'appréciation de la mise en danger, il faut donc également se référer à la valeur limite au poste de travail pour les composés de nickel insolubles (tableau 1).



Fig. 4: les poussières de projection représentent une mise en danger importante lors du nettoyage de cabines de projection.

3.1 Mise en danger par le nickel

Afin d'apprécier les conditions aux postes de travail, la Suva a également procédé à des mesures dans l'air ambiant (air monitoring, relevé de l'exposition moyenne dans l'air durant l'équipe de travail) et contrôlé la charge interne des utilisateurs des installations (bio-monitoring) dans le cadre de la prévention en médecine du travail (tableau 3). Les échantillons ont été prélevés en parallèle dans la zone de respiration et dans les urines des utilisateurs.

Pour le procédé par projection thermique de matériaux contenant du nickel, les mesures ont montré un dépassement de la VME applicable aux composés de nickel insolubles pour 53 % des soudeurs et de la VBT pour 19 % d'entre eux. Sur la base de ces résultats, il faut supposer que le procédé de projection thermique avec des matériaux d'apport contenant du nickel induit fréquemment une **troupe forte charge interne** en composés de nickel.

Des appréciations du risque du point de vue de l'hygiène du travail ont par ailleurs montré que les activités suivantes pouvaient produire des concentrations importantes de poussière avec une forte exposition au nickel:

- entrée trop hâtive dans la cabine de projection à des fins de nettoyage et de maintenance, pour changer la pièce ou les brûleurs, contrôler les dimensions, effectuer des réglages ou lever des dysfonctionnements
- travaux de nettoyage dans les locaux de pulvérisation et les locaux des filtres
- travaux sur le séparateur (remplacement du collecteur de poussières, entretien du filtre)
- remplissage et nettoyage de dispositifs d'acheminement de poudre
- traitement ultérieur (nettoyage, meulage) de surfaces enduites

Procédé de mesure	Nombre d'utilisateurs	Concentrations de nickel			≥ Valeur limite
		Valeur à 50 %	Valeur à 90 %	Valeur à 95 %	
Prélèvement personnel					
Air monitoring	22	0,052 mg/m ³	0,491 mg/m ³	1,233 mg/m ³	53 % (VME)
Monitoring biologique	22	105,6 nmol/l	265,7 nmol/l	321,1 nmol/l	19 % (VBT)

Tableau 4: évaluation de données de mesures pour des composés de nickel insolubles lors de projections thermiques (période 2007 à 2010).

3.2 Mesures préventives

Pour des raisons de prévention, l'exposition à des composés de nickel cancérigènes doit dans tous les cas être maintenue au niveau le plus bas possible. En complément aux mesures de sécurité au travail spécifiques aux processus⁵, les points suivants doivent être respectés.

1. Réaliser si possible les travaux de projection dans des cabines fermées disposant d'un système d'aspiration et des locaux de projection bien ventilés.

2. Respecter un temps d'attente suffisant avant d'entrer dans la cabine. Le verrouillage électrique des accès est recommandé, ne remplacer la pièce et les brûleurs que lorsque l'aspiration est en fonction. Le port d'un appareil de protection des voies respiratoires avec filtre à particules de type P3 est nécessaire.

3. Nettoyer les cabines de projection, les locaux de projection et les locaux des filtres selon le plan de nettoyage et uniquement avec des aspirateurs industriels éprouvés de la classe H, type de construction 22.⁶ (fig. 5).

4. Les pistolets à air comprimé et les balais ne peuvent servir au nettoyage des cabines, pièces et appareils de projection que si, pour des raisons techniques, aucune autre solution n'est possible (fig. 6).

5. Ne réaliser les travaux de nettoyage et de maintenance qu'avec un équipement de protection individuelle (EPI) et une aspiration continue (vêtement de protection de l'ensemble du corps antistatique et étanche aux poussières de catégorie 3, type 5; appareil de protection des voies respiratoires avec filtre à particules de la classe P3; gants de protection de catégorie 3; lunettes de protection à fermeture étanche).

6. Les vêtements de travail et EPI doivent être nettoyés (par ex. lavage, douche d'air) à intervalles définis ou éliminés.

7. N'effectuer le remplissage et le vidage du système de distribution de la poudre et le traitement ultérieur qu'à un poste de travail équipé d'un système d'aspiration.



Fig. 5: ne nettoyer les cabines de projection qu'avec des aspirateurs industriels agréés et en portant les EPI appropriés.



Fig. 6: pour le nettoyage, l'air comprimé n'est autorisé que si aucune autre solution n'est techniquement possible et si le travail est réalisé avec une aspiration continue de la cabine.

⁶ Cf. SN EN 60335-2-69.

4 Démonstration de l'efficacité et prévention en médecine du travail

L'efficacité des mesures de protection prises, en particulier les mesures techniques de ventilation, doit être démontrée. Contactez la Suva pour l'appréciation du risque nécessaire du point de vue de l'hygiène du travail et les mesures aux postes de travail.

S'il subsiste un risque inacceptable avéré d'exposition au nickel dangereuse pour la santé des collaborateurs, des examens de prévention médicale comportant un biomonitoring peuvent s'avérer nécessaires. La décision de la mise en place de cette mesure incombe à la Suva.

5 Informations complémentaires

5.1 Publications DFI, CFST, Suva

- Ordonnance du DFI concernant les mesures techniques pour la prévention des maladies professionnelles provoquées par des substances chimiques, RS 832.321.11, réf. Suva 1521.f
- Directive CFST: Soudage, coupage et techniques connexes appliqués à l'usinage des matériaux métalliques. Réf. Suva 6509.f
- Suva: Valeurs limites au poste de travail. Réf. Suva 1903.f
- Feuillelet Suva: Coupage et soudage. Protection contre les fumées, poussières, gaz et vapeurs. Réf. Suva 44053.f
- Factsheet Suva médecine du travail: Gesundheitliche Gefährdung durch Schweißen (uniquement en allemand).
- Suva Medical 2013: Effets du nickel. Réf. Suva 2869/84.f

A défaut d'indication complémentaire, vous trouverez toutes les publications mentionnées sur www.suva.ch/waswo-f. La plupart des documents peuvent être téléchargés au format PDF.

5.2 Publications étrangères, normes

BGI 855: Schweisstechnische Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen. Ed.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM), Mainz 2011

INRS FT 68 Fiche Toxicologique: Nickel et ses oxydes. Ed.: Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), Paris 2009

VDI/DVS 6005 VDI/DVS-Richtlinien: Lüftungstechnik beim Schweißen und bei den verwandten Verfahren. Beuth, Berlin 2005

DVS/GTS 2307 DVS/GTS-Merkblatt: Arbeits- und Umweltschutz beim thermischen Spritzen. DVS, Düsseldorf 2011

FprCEN/TR 15339-6 Projection thermique – Exigences de sécurité relatives au matériel de projection thermique – Partie 6 : Cabine de projection – Système de manutention – Recueil des poussières – Système d'évacuation – Filtre. CEN, Bruxelles 2012

SN EN ISO 15012-1: Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes – Équipements de captage et

de filtration des fumées de soudage – Partie 1: Exigences pour les essais et marquage relatifs à l'efficacité de la séparation. SNV, Zurich 2005

SN EN ISO 15012-2: Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes – Exigences, essais et marquage des équipements de filtration d'air – Partie 2: Détermination du débit volumique minimal d'air des bouches de captage. SNV, Zurich 2008

SN EN ISO 15011-4: Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes – Méthode de laboratoire d'échantillonnage des fumées et des gaz – Partie 4: Fiches d'information sur les fumées. SNV, Zurich 2009

SN EN 12941: Appareils de protection respiratoire – Appareils filtrants à ventilation assistée avec casque ou cagoule – Exigences, essais, marquage. SNV, Zurich 2009

SN EN 60335-2-69: Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-69: règles particulières pour les aspirateurs fonctionnant en présence d'eau ou à sec, y compris les brosses motorisées, à usage industriel et commercial. SNV, Zurich 2009

Crédit photographique

Les entreprises suivantes nous ont permis de prendre des photos pour illustrer la présente brochure ou en ont aimablement mis à notre disposition:
- Alstom Schweiz AG, Birr
- Optrel AG, Wattwil

Suva

Protection de la santé
Case postale, 6002 Lucerne

Renseignements

Tél. 041 419 61 32

Téléchargement

www.suva.ch/waswo-f/66130

Attention, danger de cancer: nickel dans les fumées de soudage

Protection de la santé lors de soudage à l'arc et de projection thermique

Auteur

Markus A. Blättler, Suva, secteur chimie

Reproduction autorisée, sauf à des fins commerciales, avec mention de la source.

1^{re} édition: janvier 2014

Référence (uniquement disponible en fichier PDF)
66130.f

Le modèle Suva

Les quatre piliers de la Suva

- La Suva est mieux qu'une assurance: elle regroupe la prévention, l'assurance et la réadaptation.
- La Suva est gérée par les partenaires sociaux. La composition équilibrée de son Conseil d'administration, constitué de représentants des employeurs, des travailleurs et de la Confédération, permet des solutions consensuelles et pragmatiques.
- Les excédents de recettes de la Suva sont restitués aux assurés sous la forme de primes plus basses.
- La Suva est financièrement autonome et ne perçoit aucune subvention de l'Etat.