

# Conseils pratiques.

## Formiergaz – protection de la racine.

### Sommaire:

1. Pourquoi protéger la racine?
2. Gaz de protection de racine – matériaux
3. Equipement pour formiergaz
4. Recommandations d'utilisation
5. Sécurité au travail

Cordon de soudure **sans** protection de la racine



Cordon de soudure **avec** protection de la racine



# 1. Pourquoi protéger la racine?

Lors du soudage d'aciers résistant à la corrosion, par exemple d'aciers inoxydables, les zones chauffées voisines du cordon de soudure sont soumises à une oxydation par l'oxygène de l'air. Elles perdent alors leur résistance à la corrosion.

Si ces zones sont accessibles, ces effets, également appelés «coloration de chauffage», peuvent être éliminés au moyen de procédés mécaniques tels que le brossage ou le décapage pour rétablir la protection anticorrosive. Une autre possibilité est la prévention de cette coloration en protégeant la zone de cordon chauffée de l'oxygène par des gaz. Le fait de remplacer l'air par un gaz et de purger la zone de la racine est appelé protection. La purge de la zone de la racine par le gaz de protection doit être poursuivie jusqu'à ce que toute réaction avec l'air ait disparu. Ce procédé permet d'améliorer la qualité de la racine de la soudure. Il se révèle parfois nécessaire lorsque l'envers du joint soudé est accessible. Pour des matériaux réactifs tels que le titane ou le zirconium, il s'agit de protéger non seulement la zone de la racine, mais aussi la face supérieure du cordon derrière la soudure avec un sabot mobile. Il est également possible d'exécuter le soudage dans une chambre remplie d'un gaz inerte, car lors du soudage de certaines pièces à l'air libre, il peut se produire une fragilisation des matériaux.



Chambre pour soudage sous atmosphère inerte, photo: Jankus

## 2. Gaz de protection de racine – matériaux

Sont utilisés comme gaz de protection de racine:

- l'argon, un gaz inerte non réactif
- l'azote, un gaz quasi inerte ralentissant les réactions
- des mélanges d'argon ou d'azote avec l'hydrogène, comme gaz de protection réducteur

Pour le soudage orbital avec chambres fermées, il faut que le gaz de protection de soudage et le gaz de protection de racine soient identiques.

**Gaz de protection préconisés pour différents types de matériaux:**

Gaz de protection de racine	Matériaux
HYDRARGON® 2 à 10	Aciers CrNi austénitiques, nickel et alliages de nickel
Formiergaz 95/5 à 75/25 *	Aciers CrNi austénitiques, aciers excepté aciers à grain fin à haute résistance
Argon 4.6	Tous matériaux soudables
Argon 5.0	Matériaux sensibles aux gaz tels que le titane
CRONIWIG® N3 Azote (N <sub>2</sub> ) *	Aciers duplex et super-duplex aciers CrNi austénitiques

\* Pour les aciers inoxydables stabilisés au titane, il peut se former en cas d'utilisation d'azote ou de mélange azote-hydrogène des nitrures de titane sur la racine soudée (jaunissement). La tolérance de ces nitrures de titane doit être définie de cas en cas.



Acier inoxydable stabilisé au titane: coloration jaune sous N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>



Acier inoxydable stabilisé au titane: protection avec Ar/H<sub>2</sub>

### 3. Equipement pour formiergaz

Selon les pièces à traiter, différents dispositifs sont utilisables pour la protection. Le facteur capital est que le gaz de protection soit diffusé dans la zone de soudage à faible vitesse d'écoulement et à travers un tamis ou du métal fritté. On évitera ainsi dans une large mesure un tourbillonnement de l'air et assurera une protection efficace. Il existe des dispositifs pour soudures de tubes, longitudinales et d'angle. Les indications relatives au débit de gaz et au temps de purge préalable au soudage sont données pour chacun de ces dispositifs.



Pour les pièces de forme, des dispositifs de protection sur mesure peuvent être fabriqués par les fournisseurs en collaboration avec les fabricants.



Dispositif de protection pour soudure d'angle, photo: Jankus

## 4. Recommandations d'utilisation

Si certaines règles de mise en œuvre ne sont pas respectées, les meilleurs dispositifs de protection se révéleront inefficaces. Pour le déplacement d'air et la purge, un facteur important est la densité relative du gaz par rapport à l'air.

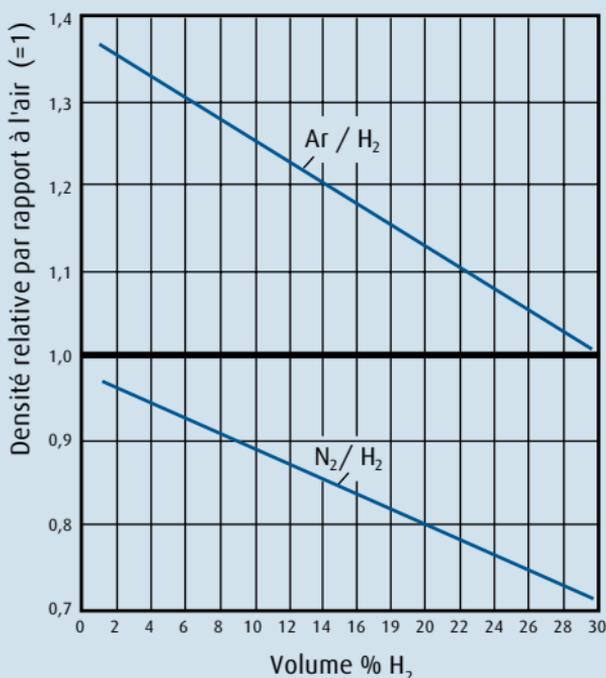


Diagramme: densité relative des gaz de protection

En particulier pour la purge de récipients et de tubes, observer les points suivants:

- diffuser les gaz légers depuis dessous;
- les gaz lourds depuis dessus.
- le choix du gaz dépend de la position du cordon de soudure sur la pièce.

Le procédé de protection doit comprendre:

- le déplacement de l'air dans la zone de la racine avant le soudage;
- le maintien du gaz de protection durant le soudage;
- le rinçage durant le refroidissement après le soudage, jusqu'à la disparition de tout risque d'oxydation. Pour les aciers inoxydables, la température correspondante est de 250 °C;
- ces trois étapes doivent également être observées durant le pointage, car la soudure appliquée par-dessus les points ne supprimera pas l'oxydation.

L'apparition d'une coloration de chauffage est fonction de la teneur résiduelle en oxygène et de l'apport de chaleur dû au soudage. Lors du soudage d'acier inoxydable, une coloration jaune est admissible pour de nombreuses applications. Elle correspond alors à une teneur résiduelle en oxygène connue.

Dans le cas d'aciers inoxydables, on obtient en général une dilution suffisante quand le volume de gaz utilisé pour la protection de la racine est égal à env. 5 à 6 fois le volume géométrique.

### Exemple:

Diamètre intérieur du tuyau	= 132 mm
Distance de purge	= 1000 mm
Volume du tuyau	= 14 l
Débit de gaz	= 12 l/min
Facteur de rinçage	= 6
Volume de gaz $6 \times 14$	= 84 l
Durée du rinçage 84:12	= 7 min

L'exemple se réfère à une longueur de tube de 1 m et n'est valable que si le gaz de protection de la racine refoule l'air du tube lentement, uniformément et sans tourbillonnement. Les dispositifs de protection ont par conséquent la fonction de limiter le volume dans la zone du cordon de soudure et de diriger le gaz de protection de façon régulière à travers un diffuseur en métal fritté.

Les indications sur la quantité de gaz et les temps de rinçage pour les dispositifs de formation se rapportent à des joints de soudage sans interstice. Une fente de soudure pourrait occasionner un effet d'aspiration. La fermeture du joint soudé avec du ruban adhésif ou des manchettes de tôle a fait ses preuves.



Fermeture du joint soudé durant le soudage, photo: Jankus

Les conduites flexibles utilisées pour l'alimentation en gaz de protection jouent également un rôle important, car la perméabilité à l'humidité et à l'oxygène est tributaire du matériau utilisé. Les flexibles en caoutchouc avec armature textile et les conduites en Téflon donnent les meilleurs résultats. Pour le traitement de matériaux réactifs (comme le titane) et d'acier duplex, on utilise des tubes métalliques.

Le contrôle des conditions d'exploitation et l'assurance qualité peuvent exiger la mesure de la teneur résiduelle en oxygène avant le pointage et le soudage. Les dispositifs de protection possèdent des raccords pour sondes de mesure. Des instruments spéciaux permettent de mesurer de faibles teneurs en oxygène, de l'ordre de quelques ppm, soit 1 seul atome d'oxygène par million.



Dispositif de mesure de la teneur résiduelle en oxygène, photo: Jankus

## 5. Sécurité au travail

Selon leur teneur en hydrogène, les gaz de protection avec hydrogène sont combustibles. Les mélanges de gaz sont considérés comme combustibles lorsque la teneur en hydrogène dans l'air est comprise entre 4 et 75 % vol. Dans les conditions de travail, il n'y a pas d'air à 21 % d'oxygène dans la zone de la racine, de sorte que le danger d'explosion est inexistant.

Sur les pièces comportant des zones difficilement accessibles, il est impossible de garantir le remplacement total de l'air. Dans ce cas, on pourra utiliser des gaz de protection avec moins de 4 % vol. d'hydrogène, d'argon ou d'azote.

Le gaz de protection s'échappe hors de la zone vers l'environnement. Plus le volume de la zone de travail est faible, plus le risque d'enrichissement de l'air est important. L'azote et l'argon ne sont ni toxiques ni combustibles, mais ils peuvent diminuer la concentration d'oxygène, ce qui pourrait présenter un risque d'asphyxie. Une ventilation et une aspiration d'air pourraient ainsi s'avérer nécessaires.

En cas d'utilisation de gaz de protection de racine de soudure contenant de l'hydrogène, il peut se créer des mélanges explosifs dans des locaux exigus. Les gaz de protection à 10 % d'hydrogène peuvent être brûlés en sortie. Comme la flamme est pratiquement invisible, il s'agit alors de la signaler avec un panneau d'avertissement.