

# L'inertage dans la construction de tuyaux et de réservoirs

D'après la fiche technique DVS 0937, la « protection de la racine » consiste à balayer les racines des cordons de soudure et la zone affectée thermiquement avec des gaz de protection et à chasser l'air contenant de l'oxygène. Le même processus existe pour les tuyaux et réservoirs. Michael Wolters, Manager Application Technology Welding & Cutting, Messer Group GmbH

**Dans le processus d'inertage**, les réservoirs ou tuyaux sont remplis de gaz de protection. Cela protège de la corrosion, améliore la qualité du cordon de soudure et diminue les coûts consécutifs. Les retouches et le décapage, qui entraînent des frais de transport et une perte de temps, sont réduits, voire inexistantes. Jusqu'à présent, le procédé n'était utilisé que pour l'usinage d'aciers fortement alliés. Mais l'inertage présente aussi de grands avantages pour le soudage des aciers de construction ainsi que pour le soudage et le brasage du cuivre : il assure une résistance anticorrosion et protège les pièces de l'installation situées en aval. Lorsque le travail est correctement réalisé, les cordons de soudure et racines ne nécessitent pas de retouche.

## Le procédé

L'arrivée du gaz d'inertage dans la zone du cordon de soudure doit être contrôlée, c'est-à-dire que le gaz de protection doit passer du tuyau à la pièce à inerte de manière ciblée. Si le débit est irrégulier, le gaz d'inertage tourbillonne dans l'air ambiant et forme un mélange de gaz diffus. Cela prolonge le processus d'inertage et peut même entraîner un échec complet. Une arrivée optimale du gaz de protection nécessite un flux laminaire généré à l'aide d'un diffuseur.

## Oxygène résiduel et durée de balayage

Cependant, il n'est pas possible d'empêcher totalement le mélange du gaz d'inertage et de l'air dans le tuyau ou le réservoir. Cela vaut notamment pour les réservoirs de forme irrégulière. De l'oxygène résiduel risque donc de s'y accumuler. Cela peut suffire à oxyder la surface et à générer des couleurs de revenu.

Il est donc important de limiter la proportion d'oxygène résiduel à la quantité souhaitée. Selon le matériau, des valeurs maximales de 20 à 50 ppm sont généralement sans risque. Dans le cas de l'inertage en continu, la teneur en oxygène résiduel dans le réservoir baisse constamment, elle dépend donc dans la plupart des cas de la durée de balayage, si l'on procède correctement. Sinon, la façon de procéder doit être revue. Surtout pour les formes complexes, il est conseillé de déterminer la teneur en oxygène résiduel avec un appareil de mesure adéquat. Pour les pièces en série au coût de fabrication faible, on peut déterminer empiriquement la durée de balayage optimale par variation. Pour les conduites, la durée se calcule sur la base de valeurs empiriques. Une représentation graphique de la fiche technique DVS 0937 constitue une référence pour calculer la durée suffisante de balayage par mètre courant de tuyau. Attention : l'oxygène n'est pas seulement présent dans l'atmosphère du tuyau ou du réservoir, il s'échappe aussi de l'humidité qui adhère sur les pièces froides. Un léger réchauffage empêche ce phénomène.

## Choix des gaz

Les mélanges de gaz à base d'argon et d'azote conviennent à l'inertage. De l'hydrogène y est ajouté pour lier l'oxygène résiduel. Le choix du gaz adéquat dépend de trois critères principaux :

1. la sensibilité du matériau à l'hydrogène ou à l'azote ;
2. la tâche, protection du haut ou du bas de la pièce ;
3. la forme (tôle, réservoir, tuyau).

Tous les matériaux ne sont pas compatibles avec tous les composants gazeux. Des composants des gaz d'inertage peuvent endommager les matériaux par la formation de nitrures ou d'oxydes ou par des fissurations dues à l'hydrogène. Selon la tâche envisagée, il peut être intéressant de choisir entre un inertage ascendant ou descendant et le gaz correspondant, plus léger ou plus lourd que l'air. La forme de la pièce aussi peut influencer sur le choix du gaz. Pour l'inertage des réservoirs et tuyaux aux formes complexes, on obtient les meilleurs résultats avec un mélange de gaz dont la densité est identique à celle de l'air.

## Plage d'inflammabilité

Si un mélange de gaz d'inertage et d'air inflammable subsiste au début des travaux de soudage, il existe un risque d'explosion. Selon la teneur en hydrogène, les gaz d'inertage doivent donc être brûlés à la sortie de la pièce. La limite d'inflammabilité se situe à 4 % de dihydrogène (H<sub>2</sub>). Le brûlage est requis à partir de 10 % de dihydrogène (fiche technique DVS 0937). Si le mélange ne brûle pas de lui-même, il faut une flamme pilote. L'illustration 3 montre les plages d'inflammabilité de différents mélanges gazeux à base d'azote et d'hydrogène. Le contenu du réservoir doit toujours être rempli à au moins 75 % de gaz de protection avant que le soudage commence. Dans tous les cas, si le travail est correctement effectué, il est possible de réaliser des cordons de soudure et des racines ne nécessitant aucune retouche coûteuse.

## Inertage des tuyaux en acier CrNi

L'inertage assure la résistance à la corrosion des matériaux solides. Sans cela, le cordon et la zone périphérique chauffée s'oxydent selon la sensibilité de l'alliage. Même pendant le pointage, la protection est nécessaire, car les couleurs de revenu ne disparaissent pas lors du soudage de recouvrement des points et les oxydes sont pris dans le cordon de soudure. L'usinage par soudage de matériaux réagissant à l'oxygène ou à l'azote, comme le titane, le zirconium, le molybdène et le magnésium, est impossible sans inertage.

## Inertage des tuyaux en acier de construction

Le soudage de tuyaux en acier de construction sans inertage endommage la racine sous >

Gaz de protection des racines de soudure	Matériau
Mélanges d'argon et d'hydrogène	Aciers CrNi austénitiques, Ni et alliages à base de Ni
Mélanges d'azote et d'hydrogène	Aciers, à l'exception des aciers de construction à grain fin à haute résistance, aciers CrNi austénitiques
Argon	Aciers CrNi austénitiques, aciers ferrito-austénitiques (duplex), matériaux sensibles au gaz (titane, zirconium, molybdène), matériaux sensibles à l'eau (aciers de construction à grain fin à haute résistance, cuivre et alliages de cuivre, aluminium et alliages d'aluminium, autres métaux non ferreux), aciers Cr ferritiques
Azote	Aciers CrNi austénitiques, aciers ferrito-austénitiques (duplex)

Gaz et mélanges de gaz d'inertage

## SOUDAGE

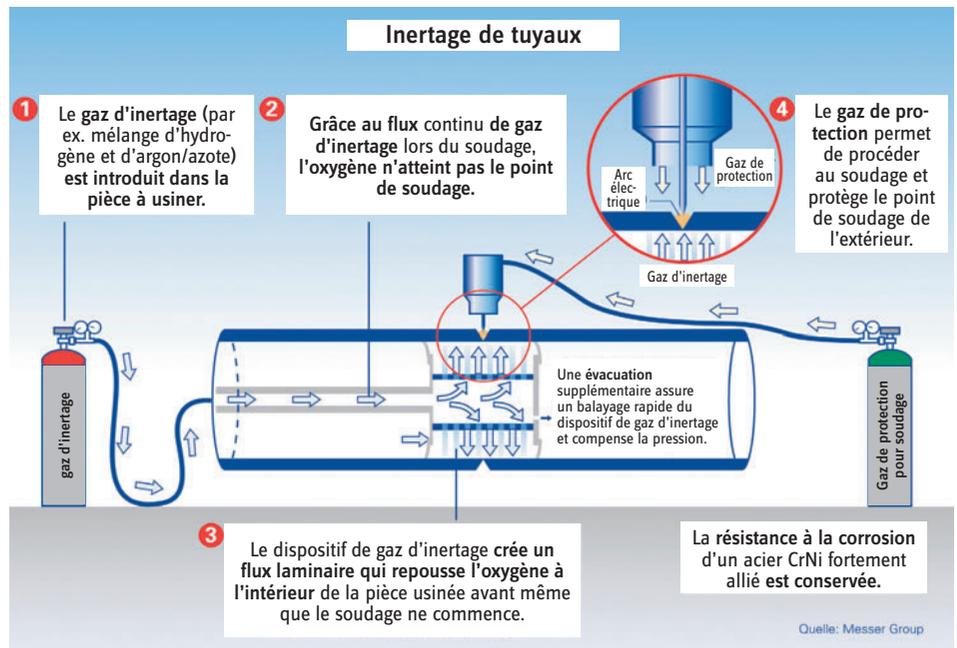


Schéma de fonctionnement : inertage de tuyaux.

> l'effet d'une forte oxydation avec formation de laitier. Le laitier se détache plus tard lors du fonctionnement de la conduite. Cela peut causer des dommages extrêmement coûteux aux unités en aval. L'inertage permet de prévenir efficacement ces désagréments. En outre, le laitier empêche la répartition homogène de la coulée du côté de la racine. La racine est irrégulière et des morsures peuvent même se former. L'inertage permet une formation régulière et sans laitier des racines.

### Inertage pour le brasage des tuyaux en cuivre

Des liaisons sans laitier ni oxydation sont de plus en plus souvent exigées aussi pour les tuyaux en cuivre. L'inertage peut aussi être utilisé pour le brasage et empêche la formation de laitier de flux sur le cuivre. De nombreuses réglementations et directives l'exigent déjà ; les associations, instituts et fabricants de métaux d'apport conseillent aussi l'inertage pour le brasage du cuivre. L'intérêt est évident : les liaisons brasées ainsi réalisées ne nécessitent pas de retouches complexes entraînant d'importants frais de personnel. Cela préserve les tuyaux assemblés et protège durablement les unités en aval contre les dommages onéreux dus aux décollements (illustration 6). L'inertage contribue donc à la baisse globale des frais d'exploitation.

### Inertage avec des gaz plus légers ou plus lourds que l'air

Dans le cas des réservoirs, le gaz de protection doit chasser l'air ambiant dans la zone du cordon de soudure. Deux types de mélanges gazeux peuvent être utilisés :

- les gaz plus légers que l'air pour l'inertage descendant ou
- les gaz plus lourds que l'air pour l'inertage ascendant.

Le réservoir est rempli par le bas en montant lorsque l'on utilise des mélanges gazeux plus denses que l'air. L'air ainsi chassé s'échappe par une ouverture située en haut. On procède inversement si le mélange gazeux utilisé est moins dense que l'air. Dans le cas de l'inertage ascendant, la teneur en oxygène résiduel nécessaire est d'abord atteinte en bas du réservoir. Avec l'inertage descendant, elle est d'abord atteinte en haut. Le choix du procédé dépend aussi des gaz d'inertage à disposition ou des exigences particulières du soudage.

### Inertage de tuyaux

Pour l'inertage des tuyaux, il convient de prendre en compte la distribution des gaz de densités différentes, surtout en cas de diamètres importants et de coudes multiples. L'illustration 7 montre le comportement d'un mélange gazeux de haute densité dans une section de tuyau montante. Un mélange léger peut se fondre à l'air existant dans une section de tuyau montante et monter sans avoir chassé la totalité de l'air. Pour empêcher cela, on peut utiliser des mélanges gazeux de même densité que l'air. Il s'agit de mélanges d'argon/azote/hydrogène en proportions variables. Afin d'obtenir la densité voulue, les proportions d'argon et d'azote peuvent être ajustées en fonction de la teneur en hydrogène requise. [www.messer.ch](http://www.messer.ch) ■

*Hinweis: Die deutschsprachige Reportage wurde in der «metall» 7/2015 veröffentlicht.*