

HARDOX®

TechSupport

Information
SSAB Oxelösund

#23

HARDOX 600

Recommandations d'usinage

La tôle HARDOX 600 peut être usinée par les méthodes classiques, à condition de suivre les recommandations et les conseils donnés dans ce document, concernant *le soudage, la coupe, le soudage de goujons et le perçage/fraisage*.

Soudage de la tôle HARDOX 600

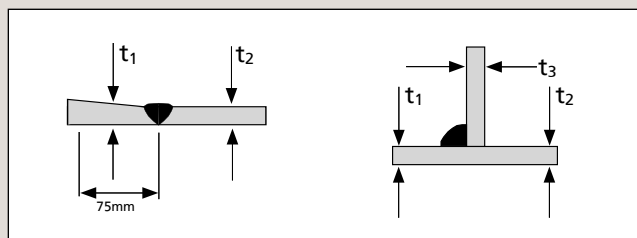
Information générale sur le soudage

La tôle HARDOX 600 peut être soudée par toutes les méthodes classiques et sur tous autres aciers soudables. La meilleure manière d'éviter la fissuration à froid consiste à choisir des matériaux d'apport inoxydables et/ou à préchauffer la tôle avant soudage. A noter en outre qu'il se produira un adoucissement des zones chauffées à plus de 200°C, ce qui peut donc être le cas lors du soudage de petites pièces.

Si le soudage s'effectue sur des bords oxycoupés ou coupés au plasma, une préparation mécanique du joint est recommandée.

Préchauffage

La température de préchauffage est déterminée par l'épaisseur totale de tôle. Le préchauffage est surtout important pour le soudage par points ou la passe de fond. Les soudures par points doivent mesurer au moins 50 mm de longueur pour réduire les tensions dans le joint soudé.



Epaisseur totale de tôle : $t_1 + t_2 + t_3 = t_{\text{comb}}$ [mm]

Matériaux d'apport

Il convient d'utiliser des matériaux d'apport austénitiques ou ferritiques doux et un flux basique. Résistance du cordon de soudure $R_e < 500 \text{ N/mm}^2$, teneur en hydrogène $\leq 5 \text{ ml/100g}$.

Températures de préchauffage recommandées (température mini entre passes)

Matériaux d'apport austénitiques	Température ambiante		100°C	125°C
Matériaux d'apport ferritiques	150°C	175°C	Utiliser un matériau d'apport austénitique	

Epaisseur totale de tôle [mm] 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

HD $\leq 5 \text{ ml} / 100 \text{ g}$ de métal soudé, énergie thermique 1,7 kJ/mm

Matériaux d'apport appropriés pour le soudage de la tôle HARDOX 600

Fabricant	Electrodes	Fils	
	Austénitiques	Austénitiques	Ferritiques
ESAB	OK 67,45	OK Autrod 16,95	OK Autrod 12,51 / OK Tubrod 15,00
FILARC	Filarc BM 307	Filarc PZ 6070 / Filarc PZ 6470	Filarc PZ 6000 / Filarc PZ 6130
LINCOLN	Jungo 307	LNT/LNM 307	LNM/LNT 25 / Outershield T55-H
OERLIKON	Comet 307	NERTALIC 51	FLUXOFIL 40 / CARBOFIL 100
THYSSEN	Thermanit X	THERMANIT X	UNION K52 / Thyssen TG 50B

Coupe de la tôle HARDOX 600

Tableau 1

Recommandations de préchauffage pour l'oxycoupage de tôle HARDOX 600

Epaisseur	Température °C
< 15 mm	Sans préchauffage
15 - 30 mm	150 °C
30,1 - 50 mm	175 °C

Tableau 2

Vitesse de coupe maxi lors de l'oxycoupage de tôle HARDOX 600 sans préchauffage. Coupe à vitesse réduite/Oxycoupage en immersion

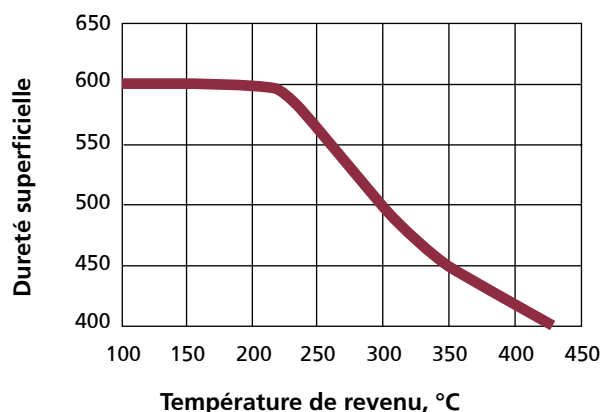
Epaisseur	Vitesse de coupe maxi
15 mm	300 mm/min
20 mm	200 mm/min
25 mm	180 mm/min
30 mm	150 mm/min
35 mm	140 mm/min
40 mm*	120 mm/min
50 mm*	110 mm/min

* Aux vitesses de coupe inférieures à 140 mm/min, la qualité du bord coupé tend à diminuer, aussi convient-il d'accorder une particulière attention au choix 1) de la buse de coupe et 2) de la pression de gaz.

- 1 La buse doit être choisie en fonction de l'épaisseur de tôle. Les buses à haut rendement ou grande vitesse se sont révélées fournir un bord de meilleure qualité que les buses standard.
- 2 Il convient d'essayer de parvenir à des performances optimales en réglant selon le cas la pression du gaz de coupe.

Fig. 1.

Dureté superficielle par rapport à température de revenu HARDOX 600



Oxycoupage

Préchauffage avant l'oxycoupage

La meilleure manière d'éviter la fissuration du bord coupé en oxycoupage consiste à recourir à un préchauffage. Ce préchauffage peut être effectué avec une lance thermique, un tapis chauffant électrique ou dans un four de revenu. Les températures de préchauffage recommandées pour la tôle HARDOX 600 sont indiquées dans le tableau 1. Aucune limitation de la vitesse de coupe n'est requise.

Oxycoupage à vitesse réduite

Une alternative au préchauffage peut être de réduire la vitesse de coupe. La chaleur accumulée dans la tôle en cours de coupe fait alors en quelque sorte office de préchauffage. Cette formule s'est toutefois révélée moins fiable que le préchauffage pour prévenir la fissuration du bord. Sans préchauffage, la vitesse de coupe maximum autorisée est indiquée dans le tableau 2. Plus la vitesse de coupe est réduite, moins le risque de fissuration est grand.

Refroidissement lent en oxycoupage

Indépendamment de la formule choisie, préchauffage ou vitesse de coupe réduite, un refroidissement lent de la pièce découpée diminuera le risque de fissuration du bord. Un refroidissement lent peut être obtenu en empilant les tôles alors qu'elles sont encore chaudes et en utilisant une couverture isolante pour leur permettre de refroidir jusqu'à la température ambiante.

Oxycoupage de petites pièces

Pour tirer pleinement avantage de la dureté de la tôle, il est important de tenir compte de l'adoucissement provoqué par la chaleur générée par la coupe. La fig. 1 indique cette diminution de dureté due à la température de revenu. Plus la pièce découpée est petite, plus grande est la probabilité d'un adoucissement, fig. 3.

Comment réduire au minimum l'adoucissement des petites pièces

Pour prévenir l'adoucissement lors de l'oxycoupage ou de la coupe au plasma de petites pièces, l'opération doit être préférablement effectuée sous l'eau. La fig. 2 montre l'étendue de la zone affectée thermiquement (ZAT) selon que l'oxycoupage se fait à l'air libre ou en immersion. Par 'petites' pièces il convient d'entendre une distance inférieure à 200 mm entre deux traits de coupe.

La meilleure manière d'éviter l'adoucissement de petites pièces consiste à choisir un autre procédé de coupe générant moins de chaleur, comme par exemple la coupe au laser ou au jet d'eau abrasif.

* Les vitesses de coupe en oxycoupage en immersion sont les mêmes que pour l'oxycoupage à vitesse réduite, tableau 2.

Coupe au jet d'eau abrasif

La coupe au jet d'eau abrasif (AW) est une excellente méthode pour le découpage de la tôle HARDOX 600. Elle est vivement recommandée pour les fortes épaisseurs. La coupe au jet d'eau abrasif permet de respecter des tolérances serrées, ne produit pas de zone affectée thermiquement et donne une excellente qualité du bord coupé.

Coupe au plasma

La coupe au plasma est possible jusqu'à une épaisseur de tôle de 20 mm, aussi bien en immersion dans l'eau qu'à l'air libre. Il n'est pas ici nécessaire de préchauffer ni de réduire la vitesse de coupe.

Coupe au laser

La coupe au laser est possible jusqu'à une épaisseur de tôle de 15 mm, sans aucune diminution de la vitesse de coupe.

Quelques conseils pour couper la tôle HARDOX 600

Avant de la couper par procédé thermique, une tôle froide doit avoir eu le temps d'atteindre la température ambiante. Et après la coupe, il ne faut pas l'exposer à de fortes variations thermiques tant qu'elle n'est pas revenue à la température ambiante.

La coupe doit toujours s'effectuer à l'intérieur d'un local. Dans le cas d'applications difficiles, dans la gamme d'épaisseurs de tôle de 40 – 50 mm, il est recommandé de procéder à un contrôle aux ultrasons, pas moins de deux semaines après la coupe.

Fig. 2

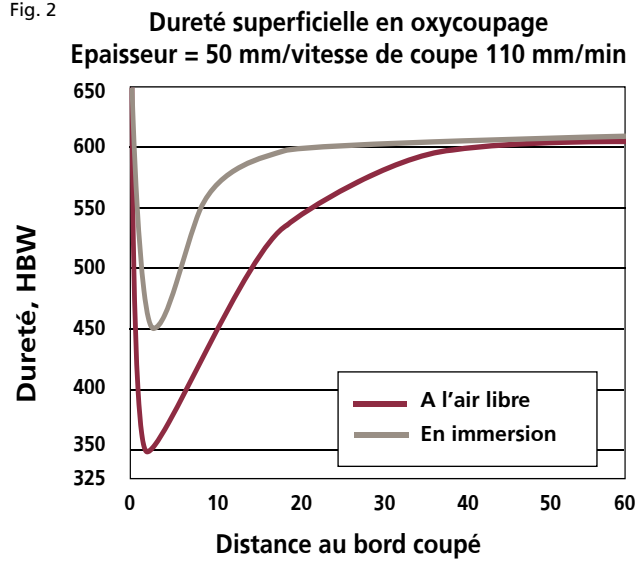
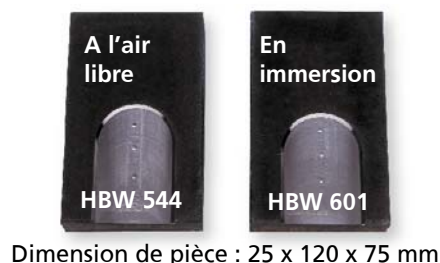


Fig. 3



Soudage de goujons sur la tôle HARDOX 600

Information générale sur le soudage de goujons

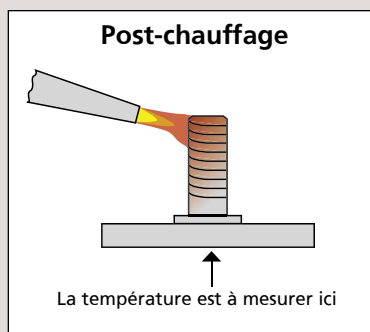
Le plus important est d'éviter la fissuration par l'hydrogène. Plusieurs méthodes sont ici possible : préchauffage, post-chauffage, choix du matériau des goujons ou différentes combinaisons de ces paramètres.

Goujons

Nous recommandons d'utiliser des goujons en acier inoxydable austénitique ou anti-acides, en combinaison avec un post-chauffage. Ces goujons sont caractérisés par une bonne solubilité de l'hydrogène, ce qui réduit considérablement le risque de fissuration.

Mode opératoire

- 1 Soudez le goujon sur une surface rectifiée parfaitement propre.
- 2 Aussitôt après soudage, chauffez le goujon pour réduire au minimum la quantité d'hydrogène enfermé dans la soudure.
- 3 Lors du chauffage, veillez à ce que le goujon prenne une couleur orange en presque totalité (M12 : 15-20 secondes de chauffage).
- 4 Mesurez la température comme le montre l'illustration. La température de la tôle ne doit pas dépasser 200°C.



En raison des nombreux paramètres intervenant, il existe une grande diversité de montages de soudage. Nous vous conseillons donc de contacter notre Support technique clients pour plus ample information.

Perçage de la tôle HARDOX 600

La tôle HARDOX 600 peut être usinée sur des machines normales à condition qu'elles soient stables. Il est important d'éviter les vibrations et d'utiliser les outils en carbure appropriés, ainsi que du liquide de coupe !

Foret carbure monobloc



$v = 20 - 30 \text{ m/min}$
 $f = 0,06 - 0,1 \text{ mm/tr}$
 $\varnothing > \text{env. } 3 \text{ mm}$
Tolérance serrée
Réaffûtable
Sensible aux vibrations

Foret carbure brasé



$v = 20 - 30 \text{ m/min}$
 $f = 0,07 - 0,12 \text{ mm/tr}$
 $\varnothing > \text{env. } 10 \text{ mm}$
Tolérance serrée
Réaffûtable
Moins sensible aux vibrations que le foret monobloc

Foret à plaquettes indexables



$v = 30 - 40 \text{ m/min}$
 $f = 0,05 - 0,1 \text{ mm/tr}$
 $\varnothing > \text{env. } 12 \text{ mm}$
Choisissez des plaquettes carbure revêtues
Plaquette centrale ISO classe P40
Plaquette périphérique ISO classe P20
Tolérance moins serrée que les deux précédents
Bonne rentabilité. Longueur de foret recommandée : $2 \times \varnothing$

Réalésage



Le réalésage peut s'effectuer avec des outils munis de plaquettes carbure et avec liquide de coupe !
 $v = 30 - 50 \text{ m/min}$
 $f = 0,10 - 0,20 \text{ mm/tr}$
En réalésage (conique), réduisez les conditions de coupe de 30%

Fraisage

Choisissez des plaquettes carbure revêtues ISO classe K 20.

fz (mm/dent)	0,07	0,1	0,12
v (mm/min)	80	75	70



Fraisage d'ébauche
Utilisez des plaquettes rondes



Fraisage de finition
Utilisez un angle de plaquette de 45°

Filetage par fraisage

Il est possible d'exécuter des filets dans la tôle HARDOX 600 : Utilisez des outils en carbure.

La meilleure méthode est la fraise à fileter.

Pour le filetage par fraisage, une machine à commande numérique est indispensable.

La vitesse de coupe doit être d'environ 30 m/min.

HARDOX®

WEAR PLATE

La tôle antiabrasion HARDOX est exclusivement fabriquée par SSAB Oxelösund.

HARDOX est une marque déposée par SSAB Oxelösund.

SSAB
OXELÖSUND

SSAB Oxelösund AB
SE-613 80 Oxelösund
Suède

Tél. +46 155 25 40 00
Fax +46 155 25 70 73
www.ssab.com
www.hardox.com

En cas de contestation, c'est la version anglaise (UK) de ce document qui fera foi.

La version la plus récente peut par ailleurs être téléchargée sur Internet : www.ssab.com/publications.