

Soudage des aciers Strenx[®]

Recommandations d'experts pour obtenir les meilleurs
résultats en atelier.



Soudage de Strenx®



L'acier à hautes performances Strenx® présente des qualités exceptionnelles en plus d'une excellente aptitude au soudage. Pour souder les aciers Strenx® à d'autres types d'aciers soudables, vous pouvez utiliser la méthode de soudage conventionnel de votre choix.

Ce manuel va vous permettre de simplifier, améliorer et renforcer l'efficacité de vos opérations de soudage. Il contient des recommandations utiles sur divers points techniques, notamment l'apport thermique, les consommables de soudage, les températures de préchauffage et de maintien et le gaz de protection. Ces informations permettent à chaque utilisateur de tirer le meilleur parti des propriétés uniques des aciers Strenx®.



Nuances Strenx® présentées dans cette brochure:

- ✓ Certaines nuances Strenx® peuvent être commandées en versions D, E ou F. Pour ces nuances, les recommandations de cette brochure sont à relier aux spécifications de résilience des nuances Strenx® E. Les spécifications de résilience des nuances E sont celles du métal de base non affecté thermiquement, à -40 °C, qui est la température d'essai la plus courante.


Pour les recommandations de soudage des nuances Strenx® d'une résilience correspondant aux nuances F, Strenx® P700 et Strenx® 700 OME, contactez SSAB pour plus d'informations.

Dans cette brochure, vous trouverez des références :

- ✓ à des documents TechSupport, qui fournissent des informations complémentaires sur des sujets bien précis, comme par exemple les mesures à prendre pour éviter les discontinuités de soudure, ou une sélection de marques de consommables recommandées,
- ✓ au logiciel WeldCalc™, qui permet d'optimiser son soudage en respectant les conditions et exigences spécifiques de la structure soudée.

Vous pouvez télécharger les documents TechSupports sur notre site : www.ssab.com/fr-fr/download-center. Pour obtenir une licence d'utilisateur WeldCalc™, inscrivez-vous sur cette même page. Les documents TechSupport, comme la licence utilisateur pour WeldCalc™ sont gratuits.



[Visitez le site web](http://www.ssab.com/fr-fr/download-center) 

Les informations contenues dans cette brochure ont une valeur purement indicative. SSAB AB décline toute responsabilité quant à leur pertinence ou leur adéquation pour des applications spécifiques. Il incombe à l'utilisateur d'apporter les adaptations et/ou modifications éventuellement requises pour toute application spécifique.

Méthodes de préparation des joints

Avec ces aciers, vous pouvez utiliser toutes les méthodes conventionnelles de préparation des joints. Les plus courantes sont l'usinage et la découpe thermique. Le cisaillement et le poinçonnage sont possibles pour des tôles jusqu'à environ 10 mm d'épaisseur.

Lors d'un soudage à l'arc conventionnel, la préparation des bords à souder n'a pas à être excessivement rigoureuse pour les épaisseurs de tôles inférieures à 4 mm. La préparation des bords pour souder en recouvrement ou en angle n'est pas non plus soumise à des exigences très strictes, quelles que soient les épaisseurs de tôles. Le fraisage et la découpe thermique (au gaz, plasma ou laser) sont les méthodes les plus souvent utilisées pour préparer les joints. La préparation des joints est aussi simple pour les aciers Strenx® que pour les aciers doux.

Pendant la découpe thermique, il arrive qu'une fine couche d'oxyde se forme sur la surface du joint. Dans ce cas, il convient de retirer cette pellicule avant de souder. Si vous préparez les joints avec une découpe plasma, choisissez de préférence l'oxygène comme gaz plasma. L'azote peut rendre le métal soudé poreux. Si toutefois vous utilisez de l'azote, meulez les surfaces découpées sur une profondeur minimale de 0,2 mm avant le soudage. Si vous travaillez des tôles fines, vous pouvez réaliser la préparation des joints par un cisaillement standard.



Paramètres importants lors du soudage

Avant le soudage, éliminez toute matière étrangère, humidité ou résidus d'huile qui pourraient stagner au niveau du joint. En plus des règles habituelles pour un bon soudage, les autres critères à prendre en compte sont:

- températures de préchauffage et de maintien adaptées pour éviter les fissurations par hydrogène,
- apport thermique,
- consommables de soudage,
- gaz de protection,
- séquence de soudage et espacement dans le joint

Apport thermique

Pour optimiser les propriétés mécaniques du joint, appliquez l'apport thermique recommandé.

L'apport thermique (Q) du soudage varie en fonction du courant, de la tension et de la vitesse de soudage. Q indique l'énergie fournie/la longueur du joint. Sa valeur influe sur les propriétés mécaniques du joint soudé. Pendant le soudage, l'énergie de l'arc diminue. Le rendement thermique (k) indique le ratio d'énergie de soudage transférée au joint. Le rendement thermique varie en fonction de la méthode de soudage. Reportez-vous au tableau ci-contre pour connaître les valeurs approximatives de k.

La plupart des opérations de soudage sont réalisées en courant continu (CC) ou courant alternatif (CA). Pour le soudage CC et CA, l'énergie de soudage est calculée selon la formule suivante.

$$Q = \frac{k \times U \times I \times 60}{v \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

L'énergie pour le soudage à arc pulsé peut être déterminée par l'une des deux formules suivantes :

$$Q = \frac{k \times IE}{L \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

ou

$$Q = \frac{k \times IP \times 60}{v \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

Rendement thermique	k [sans dimensions]
MMA	0,8
MAG, tous les types	0,8
SAW	1,0
TIG	0,6

Q = Apport thermique [kJ/mm]

k = Rendement thermique [sans dimensions] U = Tension [V]

I = Intensité [A]

v = Vitesse d'avance [mm/min]

L = Longueur de cordon de soudure [mm]

IE = Énergie instantanée [J]

IP = Puissance instantanée [W]

Effets généraux de l'apport thermique sur un joint soudé


Apport thermique réduit

- ✓ Meilleure résilience
- ✓ Résistance mécanique accrue
- ✓ Déformation réduite
- ✓ Faibles contraintes résiduelles
- ✓ ZAT plus étroite

Apport thermique augmenté

- ✓ Meilleure productivité des méthodes de soudage conventionnelles

Éviter la fissuration par hydrogène



En raison de son indice peu élevé de carbone équivalent, Strenx® résiste bien à la fissuration par hydrogène. Pour minimiser le risque de fissuration par hydrogène, suivez nos recommandations.

Pour éviter les fissurations par hydrogène, respectez les deux règles suivantes:

1. réduisez au maximum la teneur en hydrogène dans et autour du joint préparé
 - utilisez la température adéquate pour le préchauffage et entre les passes,
 - utilisez des consommables de soudage à faible teneur en hydrogène,
 - éliminez toutes les impuretés de la zone à souder,
2. réduisez les contraintes dans le joint de soudure
 - n'utilisez pas de consommables de soudage ayant une résistance plus élevée que nécessaire,
 - organisez la séquence de soudage de manière à minimiser les contraintes résiduelles,
 - prévoyez un écartement de 3 mm maximum.



Températures minimales de préchauffage et entre les passes

Si vous respectez nos recommandations, vous pourrez souder toutes les nuances Strenx® sans risque de formation de fissure par hydrogène. Le préchauffage n'est pas systématiquement recommandé lorsque la température de l'air et du joint est supérieure ou égale à 5 °C. En revanche, si la température de l'air est inférieure à 5 °C, le joint doit être préchauffé à 60 °C minimum. Les mêmes exigences de préchauffage des joints s'appliquent pour les soudages en plusieurs passes ou en une seule passe.

Produits en tôle laminés à chaud et à froid Strenx®

En raison des propriétés de l'acier, les températures minimales de préchauffage/maintien ne s'imposent pas pour toutes les épaisseurs de tôles laminées à chaud et à froid Strenx®, dont les nuances et sections MC, Plus, MC Plus, CR, MH, MLH, QLH. Le soudage des nuances Strenx® d'une limite d'élasticité minimale de 700 MPa peut demander un préchauffage du fait des propriétés du consommable utilisé. Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet sous le titre « Températures de préchauffage/entre les passes liées au consommable », en page 9.

Produits plats Strenx®

Les produits plats Strenx® sont disponibles en épaisseurs plus importantes que les tôles laminées à chaud et à froid Strenx®. Leur niveau de résistance supérieur et leur plus grande dimension peut demander un préchauffage, en fonction de l'épaisseur et de la nuance. Nos recommandations sont détaillées en page 8. Le soudage des nuances Strenx® d'une limite d'élasticité de 900 MPa ou plus est normalement réalisé avec des consommables à haute limite d'élasticité, qui peuvent régir la température de préchauffage minimale même s'il n'y a pas d'exigences liées à l'acier lui-même.

Influence des éléments d'alliage sur les températures de préchauffage et entre les passes

Les éléments d'alliage sont combinés de manière unique pour optimiser les propriétés mécaniques des nuances Strenx®. Cette combinaison détermine la température minimale de préchauffage requise pendant le soudage et vous permet de calculer la valeur de carbone équivalent. La valeur de carbone équivalent est généralement exprimée par CEV ou CET, conformément aux équations ci-dessous.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Mo+Cr+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15} \text{ [%]}$$

$$CET = C + \frac{(Mn+Mo)}{10} + \frac{(Cr+Cu)}{20} + \frac{Ni}{40} \text{ [%]}$$

Les éléments d'alliage sont spécifiés dans le certificat matière de la tôle. Dans ces formules, ils sont exprimés en pourcentage de poids. Plus la valeur de carbone équivalent est élevée, plus la température de préchauffage et entre les passes doit l'être. Les valeurs de carbone équivalent types sont indiquées dans nos fiches techniques.

Températures de préchauffage et de maintien pour les produits plats Strenx®

Le diagramme ci-dessous indique la température minimale de préchauffage recommandée pendant le soudage.

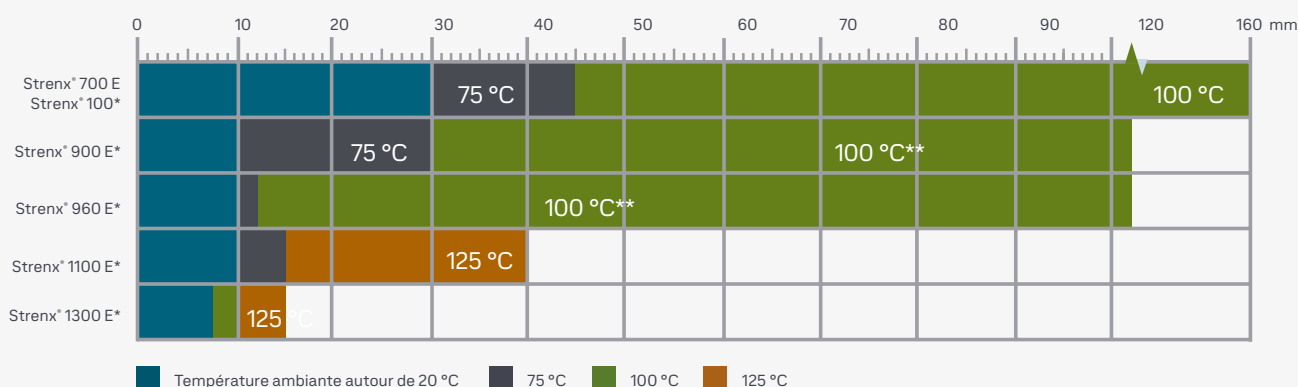
Sauf indication contraire, ces valeurs sont applicables au soudage avec des consommables non alliés et faiblement alliés. Pour connaître les valeurs recommandées pour les épaisseurs de tôle non représentées dans ce diagramme, merci de contacter SSAB.

- Lorsque vous soudez ensemble des tôles d'épaisseurs différentes mais de même nuance, la température minimale de préchauffage recommandée est la température requise pour la tôle la plus épaisse.
- Lorsque vous soudez ensemble différents types d'acier, la température minimale de préchauffage recommandée correspond à la nuance exigeant la température minimale la plus élevée.

Augmentez la température minimale de préchauffage de 25 °C par rapport aux valeurs indiquées dans le tableau dans les cas suivants:

1. humidité ambiante élevée ou température de l'air ambiant inférieure à 5°C,
2. joints fermement serrés
3. Apports thermiques compris entre 1 et 1,6 kJ/mm

Températures minimales de préchauffage et entre passes [°C] pour les produits plats Strenx®

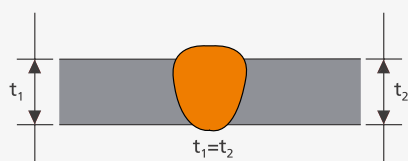


*Les valeurs indiquées dans le diagramme s'appliquent à des épaisseurs retenues types, pour un soudage réalisé avec une énergie de soudage de 1,7 kJ/mm ou plus. Pour connaître les valeurs recommandées pour les épaisseurs de tôle non représentées dans ce diagramme, merci de contacter SSAB.

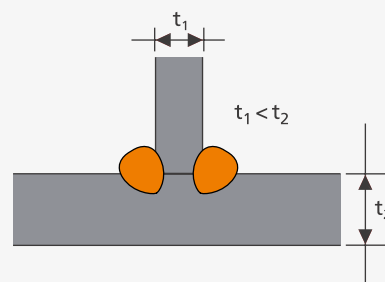
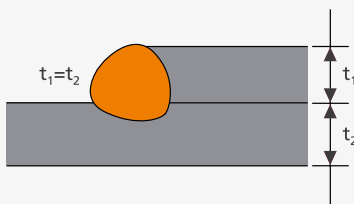
** 100 °C couvrent les intervalles d'épaisseur de tôle (Pt) suivants

- Strenx® 900 E: Pt compris entre 30,1 et 120,0 mm
- Strenx® 960 E: Pt compris entre 12,1 et 120,0 mm

Épaisseur retenue [mm]



$t_1 = t_2$ (dimensions en mm) Comme le montre le tableau, l'épaisseur retenue est t_1 ou t_2 , à condition que vous utilisiez le même type d'acier.



$t_1 < t_2$ (dimensions en mm) Comme le montre le tableau, l'épaisseur retenue est t_2 , à condition que vous utilisiez le même type d'acier.

Les températures minimales de préchauffage et entre les passes, recommandées dans le tableau en page 8, restent les mêmes en cas d'apports thermiques supérieurs à 1,7 kJ/mm. En cas d'apport thermique inférieur à 1,0 kJ/mm (ce qui n'apparaît pas en page 8), vous pouvez utiliser WeldCalc™ pour calculer la température minimale de préchauffage.

Ces données supposent que le joint soudé refroidisse à l'air. Ces recommandations s'appliquent également aux passes racine et aux points de soudure. Chaque point de soudure doit faire de préférence au moins 50mm de longueur. Toutefois, vous pouvez raccourcir cette longueur pour les tôles d'une épaisseur inférieure à 8mm.

Vous pouvez être amené à utiliser les températures maximales de préchauffage pour obtenir des propriétés optimales sur l'ensemble de la structure soudée. Pour plus d'informations, reportez-vous à la page 14. L'écartement entre les points de soudure peut être adaptée selon le besoin. Contactez SSAB pour plus d'informations si:

- plusieurs des cas 1 à 3 présentés en page 8 se présentent en même temps,
- une longueur de point inférieure à 50 mm est requise dans les joints sur des plaques d'épaisseurs supérieures à 8mm,

les températures de préchauffage/entre les passes sont liées aux propriétés des consommables

Lorsque vous réalisez un soudage avec des consommables ayant une limite d'élasticité ($R_{p0.2}$) inférieure à 700 MPa, les propriétés de ces consommables n'influencent généralement pas sur la température minimale de préchauffage du joint. La valeur carbone

équivalent (CET) du métal de base dépasse généralement celle du métal soudé d'au moins 0,03 unités de pourcentage, ce qui explique ce phénomène. Lorsque les consommables ont une limite élasticité supérieure ou égale à 700 MPa, leur valeur CET est bien supérieure à celle de

l'acier Strenx®, ce qui vous oblige à prendre en compte les deux températures minimales de préchauffage (acier et consommable). Dans ce cas, utilisez la température minimale de préchauffage la plus élevée (qu'elle soit prévue pour la tôle ou le consommable). Le logiciel WeldCalc™ simplifiera ces calculs.

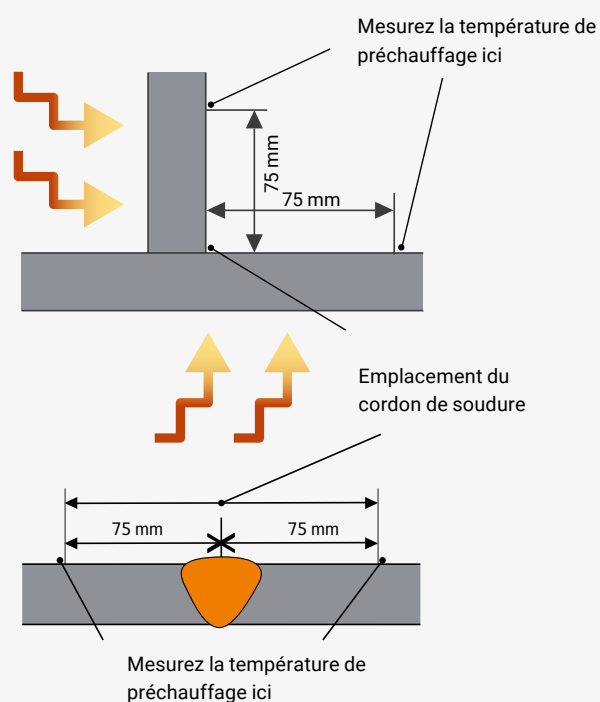
La teneur maximale en hydrogène du métal soudé est définie sur 5 ml/100 g, comme pour tous les consommables faiblement alliés.

Attaining and measuring the preheat and interpass temperatures

The required preheat and interpass temperature can be achieved in several ways. Electric preheater elements around the prepared joint are often best, since they provide uniform heating of the area. The temperature should be monitored by using for example a contact thermometer.

Single-plate thickness

Mesurez la température de la tôle la plus épaisse dans le joint. Respectez un temps d'attente minimum de 2 minutes par 25 mm d'épaisseur avant de mesurer la température de préchauffage. Mesurez la température minimale de préchauffage sur une zone de 75 mm de haut et 75 mm de large autour du joint à souder.



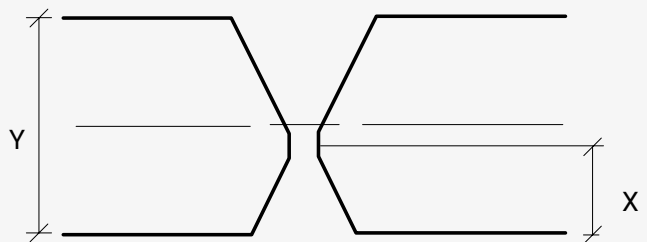
Soudage de tôles plus épaisses

Les joints asymétriques sont recommandés pour le soudage de tôles d'une épaisseur supérieure à 25 mm.

Ils permettent une meilleure résistance aux fissures par hydrogène. En effet, la partie centrale de tôles épaisses peut contenir certains éléments chimiques qui peuvent favoriser la formation de fissures par hydrogène. Pour les épaisseurs de tôles inférieures à 25 mm, les joints seront au choix symétriques ou asymétriques.

Joint asymétrique : le centre du joint est à prévoir de préférence à environ 5 mm du centre de l'épaisseur de la tôle.

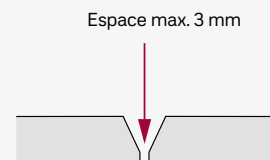
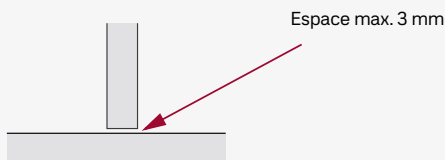
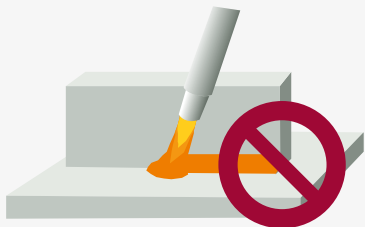
Joint asymétrique : le centre du joint est à prévoir de préférence à environ 5 mm du centre de l'épaisseur de la tôle.



Y : Épaisseur de tôle

X : (Épaisseur de tôle/2)-5 mm

Séquences de soudage et espacement dans le joint

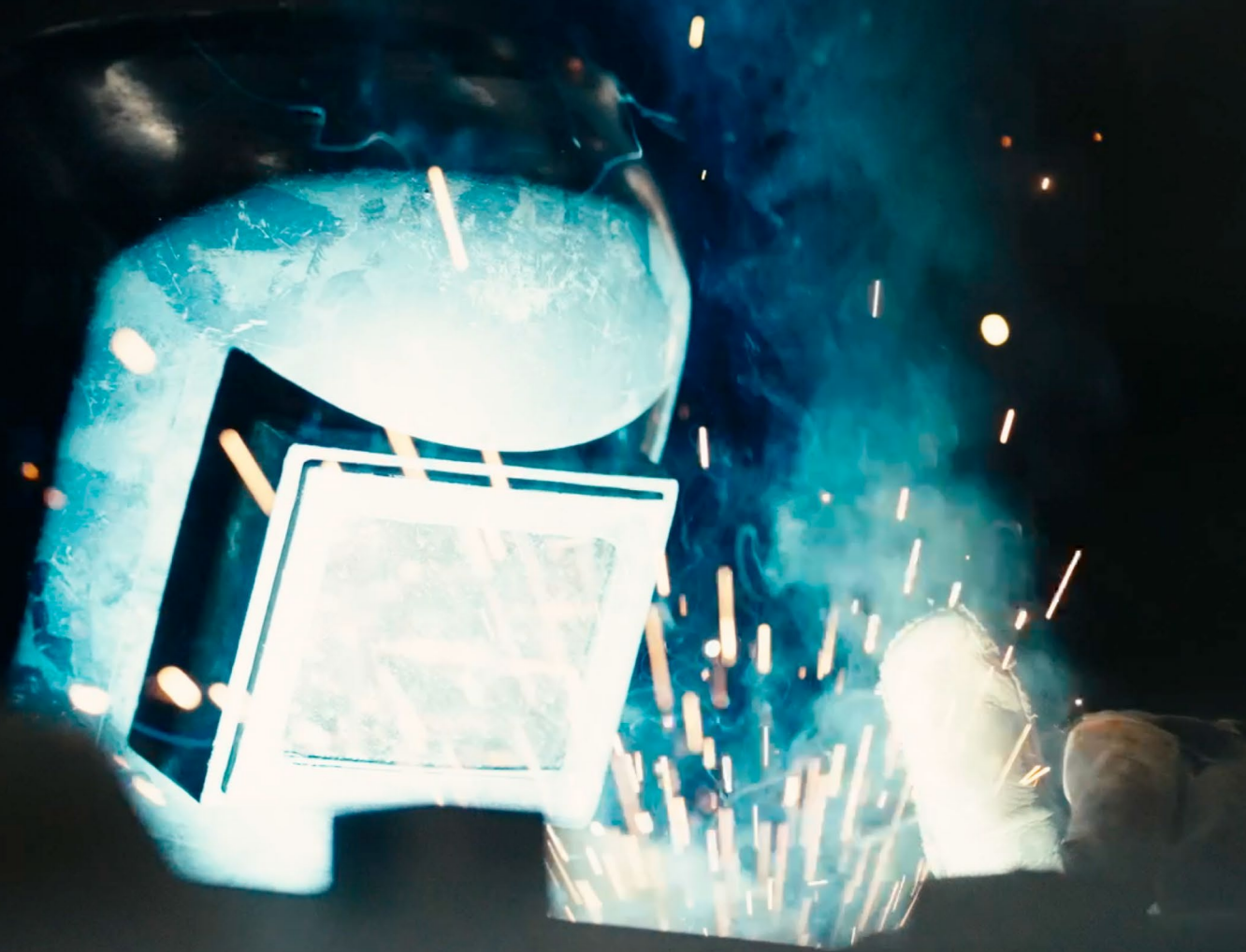


Pour éviter les fissures par hydrogène dans le joint

- Réalisez les séquences de démarrage et d'arrêt à distance d'un angle. Si possible, respectez une distance de 50 à 100 mm à partir d'un angle.
- L'espacement dans le joint doit être de 3 mm maximum.



Propriétés mécaniques des soudures



Produits Strenx® laminés à froid

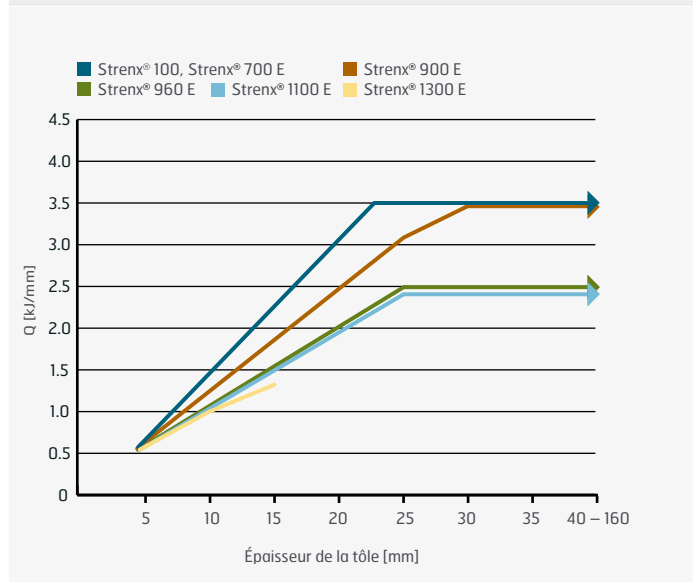
L'apport thermique doit être très faible pour ne pas brûler la matière et réduire au minimum les distorsions dans le joint. Selon les paramètres utilisés, l'apport thermique peut améliorer les propriétés mécaniques du joint.

Chaque opération de soudage est plus ou moins unique. C'est pourquoi SSAB ne recommande pas d'apport thermique maximal. Après un apport thermique, la résistance mécanique du joint est en général inférieure à celle du métal de base, non affecté par la chaleur. En règle générale, un apport thermique faible assure une bonne résistance mécanique du joint. Consultez la brochure TechSupport 60 pour des valeurs plus précises.

Strenx® et produits laminés à chaud

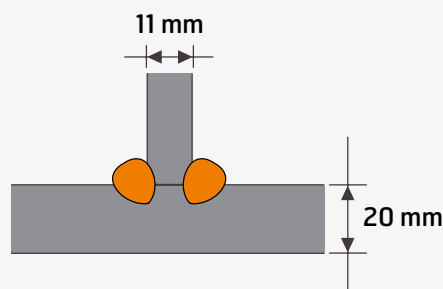
Pour les aciers à haute limite d'élasticité Strenx®, nos recommandations s'appuient sur les valeurs types de résistance dans la zone affectée par la chaleur (HAZ), qui sont d'au moins 27J à -40 °C. Un apport thermique faible permet d'assurer une meilleure résistance statique du joint. Pour connaître les valeurs recommandées pour les épaisseurs retenues non représentées dans ce diagramme, merci de contacter SSAB.

Apport thermique maximal recommandé pour les produits plats Strenx® en fonction de la température de préchauffage la plus basse utilisée



Épaisseur des plaques et des tôles

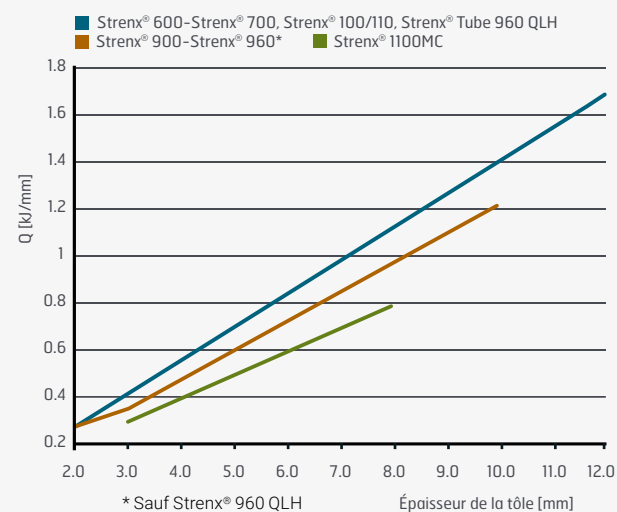
Quand vous soudez ensemble différentes épaisseurs de plaque et de tôle, l'apport thermique recommandée est fonction de la tôle la plus mince.



Dans ce cas, l'apport thermique recommandé correspond à une épaisseur de tôle de 11 mm.

Apport thermique maximal recommandé pour les produits en tôle laminée à chaud Strenx® en fonction de la température de préchauffage la plus basse utilisée

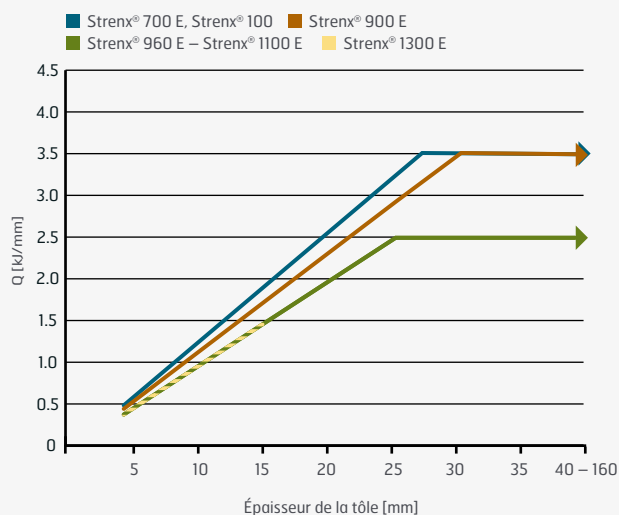
Nuances MC, PLUS, MC Plus, Section, Tube MH, Tube MLH, Tube QLH, XF



Welding at higher elevated preheat interpass temperatures

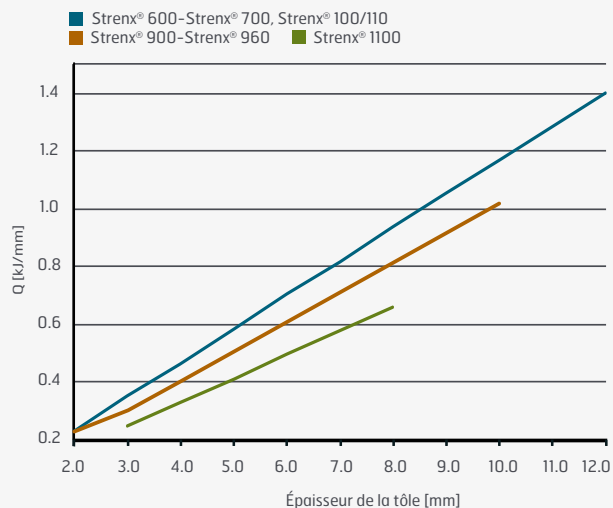
Higher elevated temperatures that may occur, for instance in multipass weld joints, affect the recommended heat input. The figures below show the recommended heat input for joint temperatures of 100 °C and 175 °C.

Apport thermique maximal recommandé pour produits plats avec température de joint de 100 °C

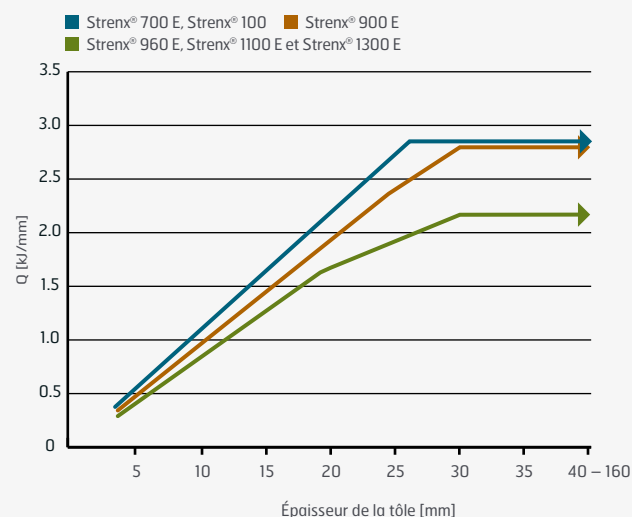


Apport thermique maximal recommandé pour une température de joint de 100 °C

MC, PLUS, MC Plus, Tube MH, Tube MLH, Tube QLH, Section, and XF grades



Valeur maximale recommandée pour l'apport thermique pour les produits plats : température du joint de 175 °C*



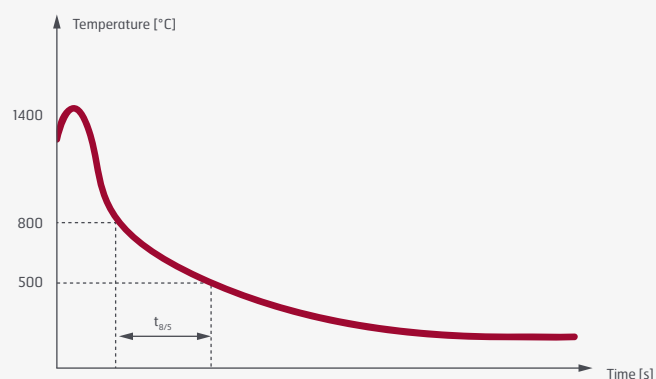
Les autres nuances Strenx® ne sont pas mentionnées en raison d'une épaisseur de tôle plus fine. Ces situations n'atteindront généralement pas des températures entre passes pouvant aller jusqu'à 175 °C.

Valeur $t_{8/5}$

Le cycle thermique du soudage correspond au temps de refroidissement de 800 °C à 500 °C de la zone affectée par la chaleur. Ce paramètre, appelé valeur $t_{8/5}$, est illustré dans la figure ci-dessous.

Cette valeur est relativement constante dans les différentes parties du joint, tant que la température de pointe du soudage est supérieure à 900 °C.

Définition de la valeur $t_{8/5}$



Il n'est pas essentiel de calculer la valeur $t_{8/5}$, même si elle permet de mieux comprendre le soudage. Pour chaque nuance Strenx®, un intervalle $t_{8/5}$ spécifique est recommandé. Avec WeldCalc™, vous pouvez calculer la valeur $t_{8/5}$ à l'aide de ces intervalles spécifiques recommandés.

Valeurs $t_{8/5}$ min. 27 J à -40 °C

Strenx® 960 E, Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E 5-15 s

Strenx® 1100MC 1-10 s

Strenx® 900MC, Strenx® 900 Plus, Strenx®
Section 900MC,
Strenx® Tube 900MH, Strenx® 960MC,
Strenx® Tube 960MH Strenx® 960 Plus 1-15 s

Strenx® 100, Strenx® 700 E, Strenx® 900 E,
Strenx® Tube 960QLH 5-20 s

Strenx® 100 XF, Strenx® 110 XF
Strenx® 650MC, Strenx® Section 650MC,
Strenx® 600MC
Strenx® 700MC, Strenx® 700MC Plus, Strenx®
Section 700MC,
Strenx® Tube 700MH, Strenx® Tube 700MLH 1-20 s

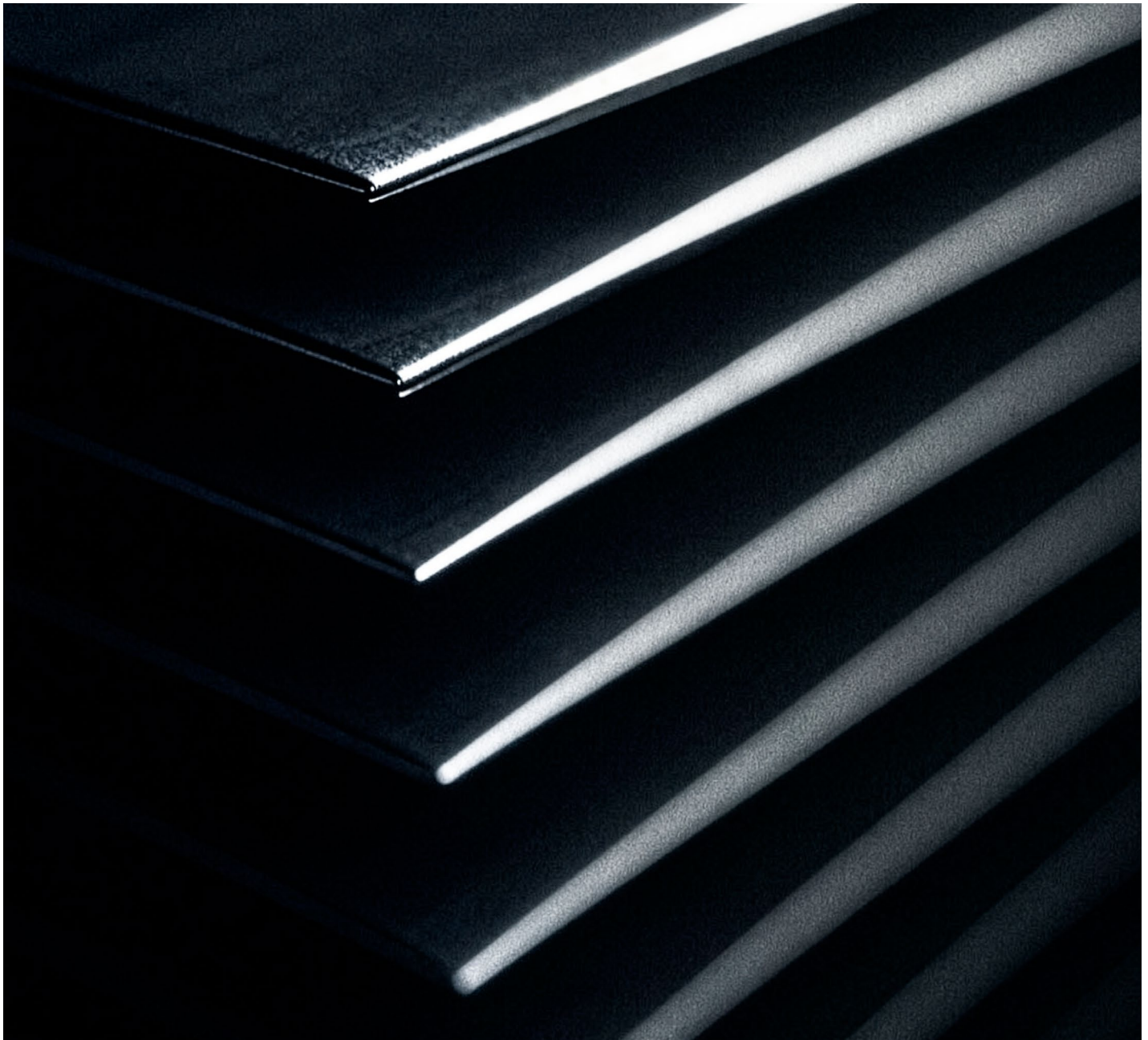
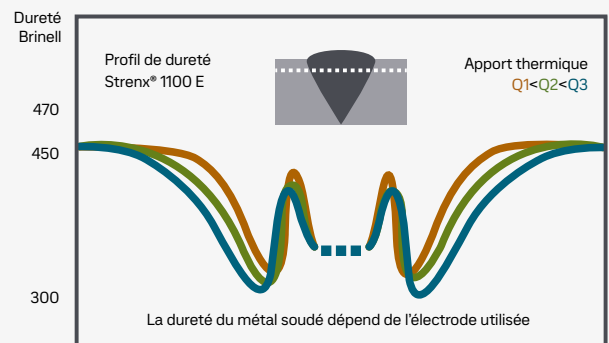
Strenx® Tube 700 QLH 5-25 s



Répartition de la dureté dans le joint

La répartition de la dureté dans la zone affectée par la chaleur dépend de la nuance d'acier, de l'épaisseur des tôles et de l'énergie de soudage appliquée. La dureté d'une soudure est proportionnelle à sa résistance. Plus la résistance du joint est élevée, plus les valeurs de dureté le sont.

Apport thermique et ramolissement dans la zone affectée par la chaleur





Température maximale de préchauffage/ entre les passes recommandée pendant le soudage et la découpe thermique

Les températures maximales de préchauffage/entre les passes indiquées permettent d'éviter toute dégradation des propriétés mécaniques de l'ensemble de la soudure. Ces températures sont valables pour un soudage avec

préchauffage. Les températures maximales de préchauffage des nuances Strenx® CR ne sont pas indiquées, car la technique de soudage en une seule passe est toujours utilisée pour ces tôles.

Nom de l'acier	Températures maximales de préchauffage et entre les passes [°C]
Strenx® 100	300
Strenx® 100 XF	100
Strenx® 110 XF	100
Strenx® 600MC	100
Strenx® 650MC	100
Strenx® 650 Section	100
Strenx® 700 E*	300
Strenx® 700MC	100
Strenx® 700MC Plus	100
Strenx® Section 700MC	100
Strenx® Tube 700MH	100
Strenx® Tube 700MLH	100
Strenx® Tube 700QLH	300

Nom de l'acier	Températures maximales de préchauffage et entre les passes [°C]
Strenx® 900 E*	300
Strenx® 900 Plus	100
Strenx® 900MC	100
Strenx® Section 900MC	100
Strenx® Tube 900MH	100
Strenx® 960 E*	100
Strenx® 960 Plus	300
Strenx® 960MC	100
Strenx® Tube 960MH	100
Strenx® Tube 960QLH	100
Strenx® 1100 E*	100
Strenx® 1100MC	100
Strenx® 1300 E*	300

* Dans certains cas, il est possible d'appliquer des températures de maintien jusqu'à 400 °C .



Consommables de soudage

Pour le soudage des aciers Strenx®, on utilise le plus souvent des consommables en acier non allié, faiblement allié ou inoxydable.

Résistance des consommables de soudage alliés et faiblement alliés

Choisissez les consommables de soudage en fonction de leur résistance, conformément aux données de la page suivante. L'utilisation de consommables à faible résistance présente des avantages, parmi lesquels :

- une meilleure résilience du métal soudé,
- une plus grande résistance à la fissuration par hydrogène,
- moins de contraintes résiduelles dans le joint.

Lors d'un soudage à plusieurs passes avec des nuances Strenx® requérant un préchauffage, nous vous recommandons d'utiliser des consommables de différentes résistances pour

optimiser l'opération. Soudez les points de pointage et les premières passes en utilisant des consommables à faible

résistance. Puis servez-vous de consommables à haute résistance pour les passes suivantes. Cette technique permet d'accroître la résilience et la résistance à la fissuration du joint par hydrogène.

Teneur en hydrogène des consommables de soudage alliés et faiblement alliés

La teneur en hydrogène doit être inférieure ou égale à 5 ml pour 100 g de métal soudé. Avec un soudage MAG ou TIG, vous pouvez généralement obtenir ces faibles teneurs en hydrogène sur la soudure en utilisant des fils pleins. Pour connaître les teneurs en hydrogène obtenues avec d'autres consommables de soudage, renseignez-vous auprès du fabricant.

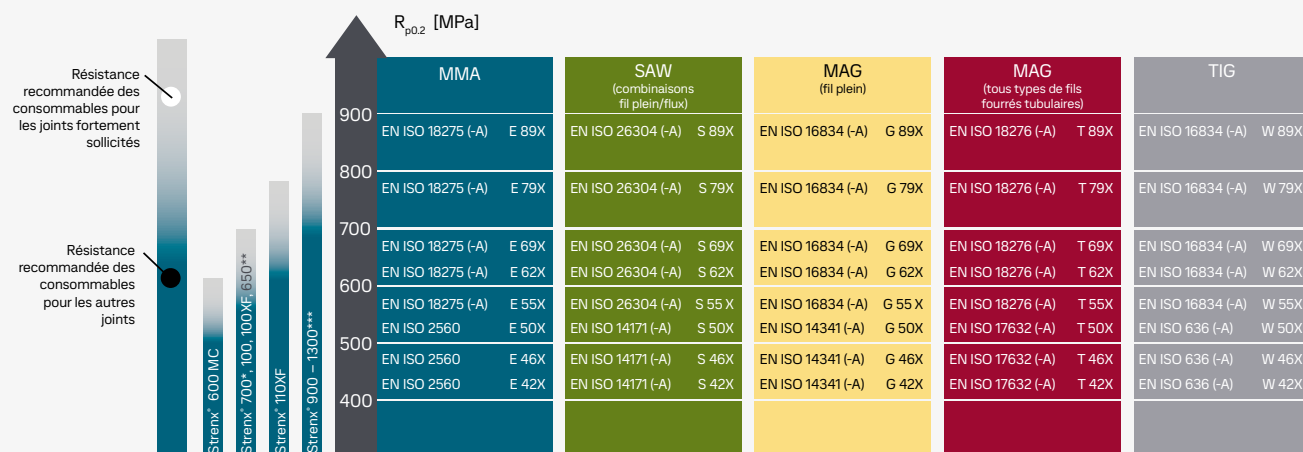
Pour trouver des exemples de consommables, consultez la publication TechSupport 60 sur le site www.ssab.com. Pour maintenir la teneur en hydrogène au niveau attendu, stockez les consommables conformément aux recommandations du fabricant. Ceci s'applique surtout aux consommables et flux revêtus.

Consommables de soudage



- Consommables de soudage plus résistants
- Consommables de soudage moins résistants

Consommables de soudage, classe EN

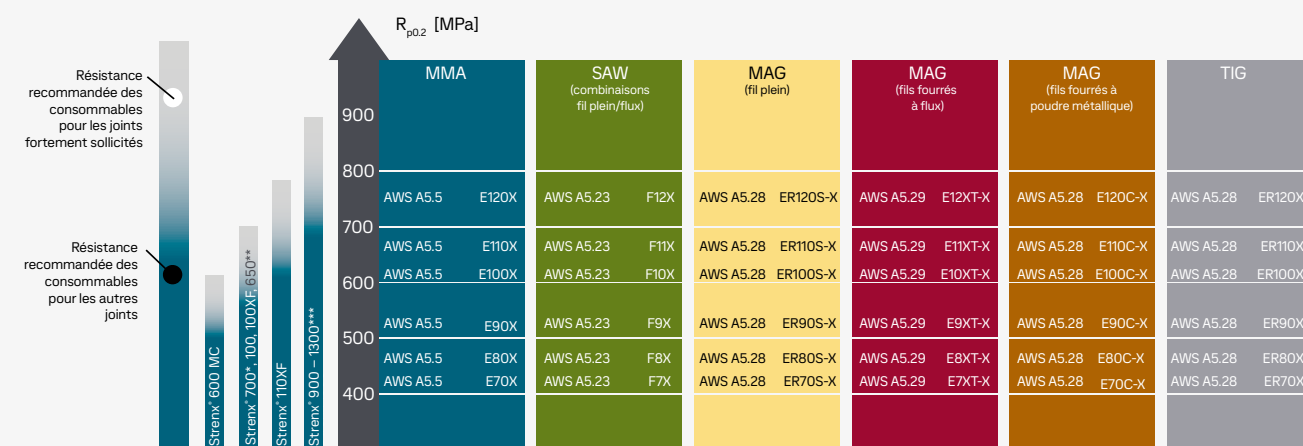


* y compris les nuances MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, Tube et Section

** y compris les nuances Section et MC

*** y compris les nuances MC, Plus, CR, Tube et Section

Consommables de soudage, classe AWS



* y compris les nuances MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, Tube et Section

** y compris les nuances Section et MC

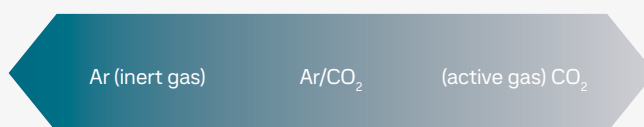
*** y compris les nuances MC, Plus, CR, Tube et Section

Gaz de protection

Choisissez un mélange de gaz de protection en fonction du soudage. Les mélanges d'Ar et de CO₂ sont les plus courants.

Effets des divers mélanges de gaz de protection

- Amorçage de l'arc facilité
- Réduction des projections
- Faible quantité d'oxydes



- Arc stable
- Faible porosité
- Plus de projections/
d'obstructions de la buse
de soudage
- Pénétration élevée du
métal soudé

Exemples de mélanges de gaz de protection

Procédé de soudage	Type d'arc	Position	Gaz de protection
MAG, fil plein	Court-circuit	Toutes les positions	18-25% CO ₂ rest. Ar
MAG, fil fourré	Court-circuit	Toutes les positions	18-25% CO ₂ rest. Ar
MAG, fil plein	Pulvérisation	Horizontal (PA, PB, PC)	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG, FCAW	Pulvérisation	Toutes les positions	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG, MCAW	Pulvérisation	Horizontal (PA, PB, PC)	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG/ robotisé et automatisé	Pulvérisation	Horizontal (PA, PB, PC)	8-18% CO ₂ rest. Ar
TIG	Pulvérisation	Toutes les positions	Ar 100% pur

Pour toutes les méthodes de soudage avec gaz de protection, le flux de gaz dépend du soudage. À titre indicatif, le flux de gaz de protection exprimé en l/min doit être réglé sur la même valeur que le diamètre intérieur de la buse en mm.



Recommandations supplémentaires pour le soudage des aciers Strenx®

Résistance aux déchirures lamellaires et aux fissures à chaud

Les nuances Strenx® contiennent de très faibles niveaux de contaminants, de type soufre et phosphore. Cette caractéristique permet de conserver de bonnes propriétés mécaniques dans la zone affectée par la chaleur

et le métal de base non affecté par la chaleur. Elle accroît par ailleurs la résistance aux discontinuités dans la soudure, qui peuvent être des fissurations à chaud ou des déchirures lamellaires.

Les déchirures lamellaires se produisent en cas d'inclusions parallèles à la surface de la tôle, alors qu'une charge de traction est exercée dans le sens perpendiculaire à la surface de la tôle.

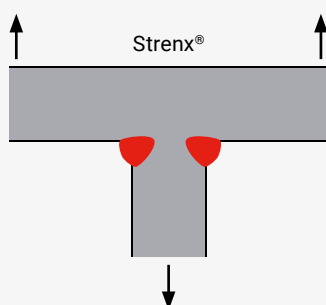
Lorsque la charge est exercée dans le sens perpendiculaire à la surface de la tôle, réalisez les joints à distance du bord de la tôle afin d'éviter la formation de défauts tranchants. Lorsque les joints sont réalisés sur des épaisseurs

de tôle plus fines, effectuez une découpe thermique plutôt qu'un cisaillement ou poinçonnage. La surface obtenue sur le bord sera de meilleure qualité.

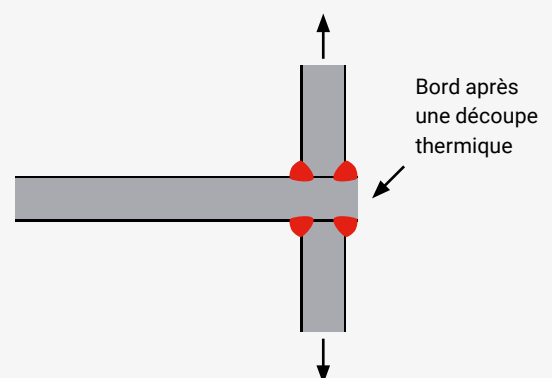
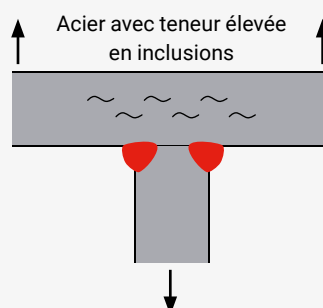
Fissuration à chaud

- Avant le soudage, éliminez les contaminants comme l'huile et la graisse qui pourraient stagner au niveau du joint. Pour ce faire, utilisez une méthode adaptée.

Résistance aux déchirures lamellaires et aux fissures à chaud



Déchirure lamellaire. Différence entre un acier contenant un grand nombre d'inclusions et les aciers Strenx®



Lorsqu'un soudage en T a été fait près des rives de tôles, nous recommandons une découpe thermique à proximité de la soudure.

Comme pour toute opération de soudage de n'importe quel acier, évitez les discontinuités. Pour de plus amples informations sur ce sujet, téléchargez la brochure TechSupport 47 sur le site www.ssab.com.

Soudage sur Strenx® revêtu

Les nuances Strenx® peuvent être revêtues d'un apprêt. Dans ce cas, il est possible de réaliser le soudage directement sur l'apprêt, car il a une faible teneur en zinc. Toutefois, il peut facilement être brossé ou meulé sur toute la surface autour du joint. Pour minimiser la porosité de la soudure et faciliter le soudage dans des positions autres que la position horizontale, éliminez l'apprêt avant le soudage. Lorsque cet apprêt n'est pas retiré de la surface de préparation de la soudure, la porosité du métal soudé augmente légèrement. Les soudages MAG avec fils-électrodes fourrés de base et soudages MMA assurent la porosité la plus faible. Pour éviter tout effet nuisible pour le soudeur et son environnement immédiat, assurez une ventilation suffisante pendant le soudage. Pour de plus amples informations, téléchargez la brochure TechSupport 25 à l'adresse suivante : www.ssab.com./downloads-center.

Soudage des produits laminés à froid Strenx® commandés huilées

La tôle est recouverte, sur demande, d'une fine couche d'huile pour prévenir la corrosion. Cette couche est si fine qu'elle n'entraîne aucun problème de porosité. Pendant le soudage, l'huile est transformée en gaz et disparaît rapidement.

Groupeement des matériaux conformément à la norme européenne ISO/TR 15608

Lorsque vous qualifiez les opérations de soudage conformément à la norme européenne, les groupements d'aciers doivent être définis de la manière suivante :

Acier	Épaisseur [mm]	Groupeement des matériaux selon la norme ISO/TR 15608
Strenx® 700 E	≤ 53,0	3,2
Strenx® 700 E	> 53,0	3,1
Strenx® 100 E	Toutes les épaisseurs de tôle	3,1
Strenx® 900 E, 960 E, 1100 E, 1300 E	Toutes les épaisseurs de tôle	3,2
Strenx® 100 XF, 110 XF, 700MC Plus, nuances Strenx® se terminant par MC, Tube MH, Tube MLH et toutes les nuances de section	Toutes les épaisseurs de tôle	2,2
Strenx® 900 Plus, 960 Plus, Tube 960 QLH	Toutes les épaisseurs de tôle	3,2



Pour obtenir les meilleurs résultats, éliminez l'apprêt.

Traitement thermique après soudure

Les produits Strenx® à l'exception de Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E et Strenx® 1100MC peuvent être détendus par un traitement thermique post-soudage, bien que cela soit rarement nécessaire. Un traitement thermique post-soudage de chacune des trois dernières nuances d'acier mentionnées n'est pas recommandé. Il pourrait altérer les propriétés mécaniques de l'ensemble de la structure. Contactez SSAB pour de plus amples informations concernant les températures et les temps de maintien adéquats.

Stockage

Si l'environnement de stockage des aciers Strenx® est propice à l'accumulation d'impuretés en surface des tôles, prenez les précautions requises. Pour éviter les défauts de soudage, nettoyez l'acier avant le soudage.

SSAB est une aciérie nordique et américaine. SSAB propose des produits et des services à forte valeur ajoutée, développés en étroite collaboration avec ses clients pour créer un monde plus résistant, plus léger et plus durable. SSAB a des salariés dans plus de 50 pays. SSAB dispose d'usines de production en Suède, en Finlande et aux États-Unis. SSAB est cotée à la bourse Nasdaq de Stockholm et fait l'objet d'une cotation secondaire au Nasdaq de Helsinki.

SSAB

13, rue Madeleine Michelis
92200 Neuilly sur Seine
FRANCE

Fax : +33 1 55 61 91 09
Téléphone : +33 1 55 61 91 00
E-mail : info.fr@ssab.com

strenx.com

STRENX[®]
PERFORMANCE STEEL