

Optim QC



La gamme d'aciers à haute résistance Optim® QC allie haute résistance, propriétés anti-abrasives et facilité de mise en oeuvre. En outre, la nouvelle nuance Optim 960 QCW est un acier résistant aux intempéries.

Grâce à sa qualité de surface, la précision de ses dimensions et l'uniformité de ses propriétés, la gamme Optim QC permet d'alléger les structures, d'augmenter les charges des machines et équipements et de réduire la consommation d'énergie. La gamme Optim QC favorise la construction écologique et le développement durable.

Il n'existe pas à ce jour de norme relative aux aciers QC.

Applications :

- Châssis et superstructures pour véhicules utilitaires
- Bras d'engins forestiers
- Flèches de grues et autres équipements de levage
- Équipements de manutention, de support et de fixation de charges
- Trémies d'alimentation et de déchargement
- Conteneurs de levage à crochet

Dimensions

Formes du produit

Feuilles et bobines.

Les feuilles et bobines peuvent également être livrées décapées sur une plage de dimensions limitée, sur demande.

Des bobineaux peuvent être livrés sur demande.

Feuilles avec rives brutes de laminage.

Nuance d'acier	Épaisseur (mm)	Largeur (mm)	Longueur (m)
Optim 900 QC	2.5 - 8.0	1000 - 1650	2 - 12
Optim 960 QC	2.5 - 8.0	1000 - 1560	2 - 12
Optim 1100 QC	2.5 - 7.0	1000 - 1530	2 - 12

La largeur maximum de chaque nuance d'acier dépend de l'épaisseur.

Tolérances

Tolérances dimensionnelles et forme des produits :

- Feuilles :

Épaisseur, largeur et longueur : EN 10051.

Planéité : selon la norme EN 10029, Classe N, acier de type H.

- Bobines : EN 10051.

Qualité de surface

Les feuilles, bobines et bobineaux sont livrés brutes de laminage. Les feuilles et bobines peuvent également être livrées décapées sur demande.

Propriétés

Résistance à l'usure et dureté

La dureté moyenne des aciers trempés constitués d'un mélange de bainite et de martensite Optim QC est légèrement supérieure à 300 HBW ; en d'autres termes, deux fois la dureté des aciers de construction S355. La dureté et la charge de rupture élevées indiquent une bonne résistance à l'usure.

Test des matériaux

Les nuances Optim 900 QC et Optim 960 QC sont testées conformément à la norme EN 10149-1:1995. Le test de charge de rupture et les tests de résilience sont réalisés avec des éprouvettes prélevées dans le sens de laminage. Pour la nuance Optim 1100 QC, le test de charge de rupture est réalisé avec une éprouvette transversale, mais le test de résilience l'est avec une éprouvette longitudinale. Le test de pliage est réalisé au moyen d'éprouvettes transversales.

Propriétés mécaniques

Nuance d'acier	Limite d'élasticité $R_{p0,2}$ MPa minimum	Charge de rupture R_m MPa minimum	Allongement A_5 % minimum	Résilience dans le sens de laminage ³⁾ t °C Charpy V J/cm ² minimum
Optim 900 QC ¹⁾	900	950	8 ⁴⁾	-40 34
Optim 960 QC ¹⁾	960	1000	7 ⁴⁾	-40 34
Optim 1100 QC ²⁾	1100	1250	6 ⁵⁾	-20 34

¹⁾La limite d'élasticité et la charge de rupture sont testées dans le sens de laminage, mais garanties dans le sens de laminage et perpendiculairement à celui-ci. L'allongement est testé dans le sens de laminage.

²⁾La limite d'élasticité, la charge de rupture et l'allongement sont testés dans le sens de laminage.

³⁾ La résilience est testée au moyen du test Charpy V, conformément à la norme EN 10045-1.

La valeur de résilience 34 J/cm² correspond à la valeur 27 J pour des éprouvettes standards de 10 x 10 mm au total. Aucun test de résilience n'est effectué pour les épaisseurs inférieures à 6 mm.

⁴⁾ L'allongement est défini sur la valeur $A_{80} \geq 6$ % pour une épaisseur inférieure à 3 mm.

⁵⁾ L'allongement est défini sur la valeur $A_{80} \geq 4$ % pour une épaisseur inférieure à 3 mm.

Composition chimique

Nuance d'acier	Teneur maximum % (analyse sur coulée)						
	C	Si	Mn	P	S	P + S	Ti
Optim 900 QC	0.10	0.25	1.15	0.020	0.010	0.030	0.070
Optim 960 QC	0.11	0.25	1.20	0.020	0.010	0.030	0.070
Optim 1100 QC	0.15	0.30	1.25	0.020	0.010	0.030	0.070

En outre, l'aluminium (Al), le niobium (Nb), le vanadium (V), le chrome (Cr), le molybdène (Mo) ou le bore (B) peuvent être utilisés comme éléments d'alliage, séparément ou associés.

Valeur de carbone équivalent (Ceq)

$$Ceq = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

Nuance d'acier	Ceq typique	Ceq maximum
Optim 900 QC	0.51	0.56
Optim 960 QC	0.52	0.57
Optim 1100 QC	0.50	0.55

Microstructure

Les aciers à très haute résistance ont une microstructure biphasée formée de bainite et de martensite. La taille de grain moyenne est de l'ordre de magnitude de un micromètre (µm). Les nuances sont classées en fonction de leur microstructure, soit comme aciers biphasés (DP) ou à phase complexe (CP), puisque le bainite consiste en plusieurs phases métallographiques.

Instructions de traitement

Soudage

Les aciers à très haute résistance peuvent être facilement soudés au moyen de toutes les méthodes traditionnelles tant que les instructions de soudage pour les aciers et les recommandations spécifiques de cette fiche technique sont respectées. En général, aucun préchauffage ne s'impose puisque les tôles d'acier sont fines et leurs valeurs Ceq raisonnables. La teneur en hydrogène de la soudure doit rester très faible à cause de la très haute résistance de l'acier. Les surfaces des rainures doivent être sèches et propres pendant le soudage. Lors du soudage d'aciers à très haute résistance, il faudra particulièrement veiller à ce que les valeurs de débit de chaleur soient raisonnables et à ce que les consommables de soudage soient bien choisis.

Méthodes de soudage

La méthode de soudage la plus souvent utilisée est le soudage à l'arc sous protection gazeuse, soit avec un fil plein, soit avec une électrode avec fil fourré. Parmi les autres méthodes recommandées, le soudage au laser et la méthode combinatoire impulsion MAG et laser MAG également connue sous le terme de soudage hybride au laser. Toutes permettent un soudage de très bonne qualité avec un débit de chaleur faible et concentré. Le soudage à l'arc métallique avec des électrodes enrobées peut être utilisé, notamment pour des petites réparations.

Zone adoucie

Une bonne restriction du débit de chaleur est essentielle puisqu'un débit de chaleur élevé créera notamment une zone plus douce que le métal d'apport de l'assemblage soudé. La zone se trouve dans la zone thermiquement affectée (ZAT) de l'assemblage. Même si cette zone est étroite, elle doit être prise en compte lors de la conception de la structure et du soudage. Les assemblages soudés doivent être évités dans les parties les plus serrées d'une structure.

Sélection des consommables de soudage

Les consommables de soudage doivent être sélectionnés en fonction des spécifications de la structure à souder. La sélection dépend aussi du type d'assemblage et de la position de soudage. Lors du soudage d'aciers à très haute résistance, des consommables équivalents (haute résistance) ou de qualité inférieure (plus doux que le métal d'apport) peuvent être sélectionnés. Les aciers à très haute résistance requièrent des métaux d'apport exceptionnellement pauvres en hydrogène, HD ≤ 5 ml/100 g. Par conséquent, seuls des consommables pauvres en hydrogène peuvent être utilisés.

Consommables équivalents pour Optim 900 QC et Optim 960 QC

Des consommables équivalents doivent être utilisés si les propriétés de résistance de l'assemblage soudé doivent être proches de celles du métal d'apport. Les consommables équivalents ont une classe de limite d'élasticité normalisée de 89 (min. 890 MPa).

Pour les nuances Optim 900/960 QC, les consommables équivalents suivants sont recommandés : électrodes enrobées conformes à EN 757 89 6 Z B 42 H5 et consommables MAG conformes à EN 12534 GMn4Ni2CrMo (argon gazeux mélangé + CO₂). Pour obtenir la liste des consommables équivalents conformes aux normes, se reporter au tableau ci-dessous.

Consommables de qualité légèrement inférieure pour Optim 1100 QC

Il existe quelques consommables de soudages disponibles sur le marché pour la nuance plus résistante Optim 1100 QC. Il faut savoir que les consommables du tableau ci-dessous peuvent être utilisés comme des consommables de qualité légèrement inférieure pour Optim 1100 QC. Des consommables de qualité aussi légèrement inférieure que possible doivent être utilisés si les propriétés de résistance d'un assemblage soudé doivent être proches de celles du métal d'apport.

Optim 900 QC et Optim 960 QC, consommables de soudage équivalents ou presque équivalents Optim 1100 QC, consommables de soudage de qualité légèrement inférieure

Nuance d'acier	Procédé de soudage	Consommables
Optim 900 QC	Soudage à l'arc sous protection gazeuse (MAG)	OK Autrod 13.31/M21 ¹⁾ , Union X90/M21 ¹⁾ et X90-IG/ M21 ¹⁾
	Électrodes avec fil fourré	PZ 6149 et Stein Megafil 1100 M
	Électrodes enrobées	OK 75.78, SH NNI 2 K 130 et Fox EV 90
Optim 960 QC	Soudage à l'arc sous protection gazeuse (MAG)	OK Autrod 13.31/M21 ¹⁾ , Union X90/M21 ¹⁾ , X90-IG/ M21 ¹⁾ et Union X96/M21 ¹⁾
	Électrodes avec fil fourré	PZ 6149 et Stein Megafil 1100 M
	Électrodes enrobées	OK 75.78, SH NNI 2 K 150 et Fox EV 90
Optim 1100 QC	Soudage à l'arc sous protection gazeuse (MAG)	OK Autrod 13.31/M21 ¹⁾ , Union X90/M21 ¹⁾ , X90-IG/ M21 ¹⁾ et Union X96/M21 ¹⁾
	Électrodes avec fil fourré	PZ 6149 et Stein Megafil 1100 M
	Électrodes enrobées	OK 75.78, SH NNI 2 K 150 et Fox EV

Des consommables de soudage similaires d'autres fournisseurs/fabricants sont également recommandés. La validité des recommandations doit être vérifiée avec le fabricant avant le soudage.

Instructions pour obtenir des assemblages soudés résistants pour les nuances Optim 900 QC et Optim 960 QC

Lorsqu'un assemblage soudé doit avoir une résistance équivalente au métal d'apport, l'effet de revenu du débit de chaleur provoqué par le soudage sur la zone thermiquement affectée (ZAT) doit être limité. Les mesures suivantes sont recommandées à cette fin :

- Les méthodes avec un faible débit de chaleur comme le soudage au laser, l'impulsion MAG et le laser MAG, sont préférées.
- Pour une épaisseur de bande > 4 mm, l'énergie d'arc max. doit être de 0,5 kJ/mm et, pour une épaisseur inférieure à 4 mm, de 0,4 kJ/mm.
- Le temps de refroidissement prévu de 800 °C à 500 °C ($t_{8/5}$) ne doit pas dépasser 4 secondes.
- L'objectif est d'atteindre un volume de rainure aussi faible que possible. Plus le volume du matériau en fusion déposé dans un seul tour est faible, plus la quantité de chaleur et l'adoucissement en résultant sont faibles. Par exemple, l'angle de biseau d'un assemblage bout à bout de rainures en V et en demi-V (HV) pour des épaisseurs de > 4 mm doit être de 50 ° maximum.
- Pour le soudage à plusieurs tours, la température ambiante (+ 20 °C) est utilisée comme température intermédiaire.
- Les surfaces à souder doivent être propres, sèches et au moins à la température ambiante, pour éviter le préchauffage.
- Pour le soudage MAG, un fil plein de la classe de résistance 89 (min. 890 MPa) d'un diamètre de 1,0 mm conformément à la norme EN 12534:2000 (Consommables de soudage. Électrodes en fil, fils, fils machine et dépôts pour le soudage à l'arc sous protection gazeuse avec électrode fusible des aciers à haute résistance. Classification) doit être utilisé.

Consommables de qualité inférieure

L'utilisation de consommables de qualité inférieure produit un assemblage soudé d'une résistance inférieure à celle du métal d'apport. Des consommables de qualité inférieure peuvent être utilisés si, par exemple, la conception le permet en termes d'emplacement des assemblages et/ou d'augmentation de l'épaisseur de la soudure.

Les consommables de qualité inférieure avec une classe de limite d'élasticité normalisée de 42 (min. 420 MPa) correspondent aux marques indiquées dans le tableau ci-dessous.

Procédé de soudage	Consommables
MAG ¹⁾	OK Autrod 12.51, DB-20, Elga-Matic 100, LNM 26 ou EMK 6.
MAG avec électrodes avec fil fourré	OK Tubrod 14.12, OK Tubrod 15.14, PZ 6102, PZ 6113, MXA 100 ou DWA 50.
Arc sous flux en poudre	OK Autrod 12.22 + OK Flux 10.71, L-61 + FX860 ou Union S 2 + UV 400.
Soudage manuel à l'arc métallique (MMAW)	OK 48.00 ou P48 S ou similaire.

Des consommables de soudage similaires d'autres fournisseurs/fabricants sont également recommandés. La validité des recommandations doit être vérifiée avec le fabricant avant le soudage.

¹⁾ Gaz protecteur approx. 80 % d'argon + 20 % de CO₂. Une teneur en CO₂ plus faible peut également être utilisée.

L'utilisation de consommables de qualité inférieure produit une soudure dure, déformable qui tolère une tension de soudure et des charges dynamiques meilleures qu'une soudure produite avec des consommables à haute résistance. Les assemblages dans le sens de laminage des flèches de grues, par exemple, sont souvent soudés avec des consommables de qualité inférieure pour obtenir une structure globale solide. Les conditions d'utilisation des consommables et la conformité des assemblages soudés aux exigences sont garanties par un test du processus de soudage.

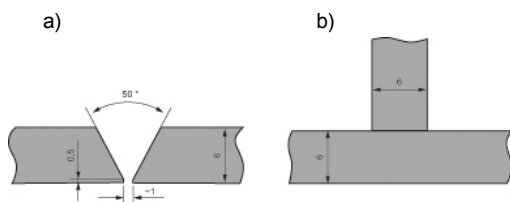
Manipulation des consommables de soudage

Les consommables de soudage doivent être protégés de l'humidité lors de leur transport, stockage et utilisation, pour éviter toute condensation d'eau à leur surface. Si besoin, ils doivent être séchés conformément aux instructions du fabricant avant le soudage.

Préparation de l'assemblage

Il est recommandé de préparer les assemblages dont le soudage, c'est-à-dire le chanfreinage, est réalisé par usinage. En général, le meilleur type de préparation d'assemblage pour un assemblage bout à bout pour une épaisseur de bande ≤ 3 mm est la préparation de la soudure bout à bout sans chanfrein.

Pour des bandes plus épaisses, une rainure en V ou un rainure en V avec méplats et un angle de biseau de 40 - 70 °, comme indiqué sur l'illustration ci-dessous, sont recommandés.



Soudage des aciers à très haute résistance Optim QC, exemples d'un assemblage bout à bout (a) et d'un assemblage d'angle (b)

Le type de préparation d'assemblage à utiliser pour un assemblage d'angle et chanfreinage de la toile doivent être déterminés en fonction de la pénétration à la racine et de l'épaisseur de soudure requises de l'assemblage soudé. Les surfaces des rainures doivent être sèches et propres avant d'être soudées, pour éviter le risque que représente le contact de l'hydrogène avec l'assemblage soudé.

Température de travail élevée nécessaire

Le préchauffage est un moyen commun pour augmenter la température de travail du soudage. La nécessité d'augmenter la température de travail est principalement déterminée en fonction de la composition chimique, c'est-à-dire la dureté, de l'acier et des consommables de soudage. L'épaisseur de bande combinée, le débit de chaleur par soudage et la teneur en hydrogène de la soudure qu'entraînent les consommables de soudage doivent également être pris en compte. Dans des conditions d'atelier normales, les aciers à très haute résistance peuvent être soudés sans préchauffage grâce à des Ceq faibles par rapport à la haute résistance et à des petites épaisseurs de feuille.

Débit de chaleur

Un faible débit de chaleur réduira au minimum l'impact du cycle de chaleur du soudage sur les propriétés mécaniques de la ZAT de l'assemblage. Le tableau ci-dessous indique les valeurs de débit de chaleur pour des assemblages bout à bout et d'angle qui permettront d'obtenir de bonnes propriétés mécaniques pour un assemblage soudé. L'adoucissement de la ZAT sera prononcée si une valeur de débit de chaleur élevée est utilisée. Grâce à son alliage et à sa trempabilité relativement faibles, l'acier à très haute résistance se prêtera bien au soudage via des méthodes à faible débit de chaleur et à court temps de refroidissement $t_{8/5}$. Parmi les méthodes dont le temps de refroidissement $t_{8/5}$ est inférieur à 4 secondes, le soudage au laser. Il faut savoir que pour les soudures d'angle réalisées par soudage à l'arc métallique avec des électrodes enrobées, la valeur maximum du débit de chaleur peut facilement être dépassée. Ceci se produit par exemple avec une bande de 6 mm d'épaisseur si l'épaisseur de la soudure dépasse 4 - 5 mm.

Énergies d'arc approximatives pour le soudage

Nuance d'acier	Épaisseur de bande (mm)	Énergie d'arc (kJ/mm) ¹⁾	Assemblage bout à bout	Assemblage d'angle
Optim 900 QC, Optim 960 QC	2.5 - 4.0	0.25 - 0.6		0.4 - 0.7
Optim 900 QC, Optim 960 QC	(4.0) - 6.0	0.35 - 0.8		0.5 - 1.1
Optim 900 QC, Optim 960 QC	(6.0) - 8.0	0.45 - 1.0		0.6 - 1.4
Optim 1100 QC	2.5 - 4.0	0.25 - 0.4		0.4 - 0.7
Optim 1100 QC	(4.0) - 7.0	0.25 - 0.6		0.5 - 0.9

¹⁾ Énergie d'arc = $E = 60 \times U \times I / 1000 \times v$, où E = (kJ/mm), U = tension d'arc (V), I = courant de soudage (A) et vitesse de soudage v = (mm/min).

Comme temps de refroidissement d'un assemblage soudé sur une plage de température de 800 - 500 °C, les recommandations de débit de chaleur indiquées dans le tableau ci-dessus sont conformes aux temps de refroidissement suivants : nuances Optim 900 QC et Optim 960 QC : $t_{8/5} = 4 - 15$ secondes et nuance Optim 1100 QC : $t_{8/5} = 4 - 10$ secondes.

N. B. : Des temps de refroidissement plus courts que ces valeurs $t_{8/5}$ peuvent également être utilisés pour le soudage.

Formage

L'aptitude au formage à froid (soit à + 20 °C) des aciers à très haute résistance est bonne, comparé à leur haute résistance. Ils peuvent être formés dans toute direction de chanfreinage et le pli peut se faire quelle que soit la direction de laminage. Leur force de pliage, effet de retour élastique et rayon de pliage sont supérieurs à ceux des aciers de construction plus doux, du fait de leur meilleure résistance.

Rayons de pliage minimum pour des feuilles de diverses épaisseurs, angle de pliage 90 °

	Épaisseur (mm)				
	3	(3)-4	(4)-5	(5)-6	(6)-8
Rayon intérieur de pliage minimum (mm)					
Optim 900 QC	9.0	12.0	15.0	19.0	24.0
Optim 960 QC	10.5	14.0	17.5	22.0	28.0
Optim 1100 QC	12.0	16.0	20.0	25.0	32.0

Il n'y a aucune restriction pour l'emplacement du pli.

Pour tirer pleinement profit de l'aptitude au formage, le respect de bonnes techniques d'atelier de production et d'une conception soignée est essentiel. Des outils usés, une mauvaise lubrification, des défauts de surface et des bavures sur les bords découpés peuvent détériorer la qualité du formage. Les tôles stockées au froid doivent pouvoir être réchauffées à température ambiante (+ 20 °C) avant le formage.

Découpe

Les aciers à très haute résistance se prêtent bien à la découpe thermique. La surface découpée sera lisse, ce qui garantit une bonne résistance à l'usure. En raison de la chaleur, l'oxycoupage, la découpe plasma et au laser laisseront une zone adoucie sur le bord de la feuille, mais une bonne sélection de la méthode de découpe permettra de rendre cette zone très étroite. Lors de la découpe mécanique des aciers à très haute résistance, il faut faire particulièrement attention à la rigidité de l'équipement de découpe, à l'état et à la propreté de la lame et à l'appui de la pièce à découper. Les bandes stockées au froid doivent pouvoir être réchauffées à température ambiante (+ 20 °C) avant la découpe.

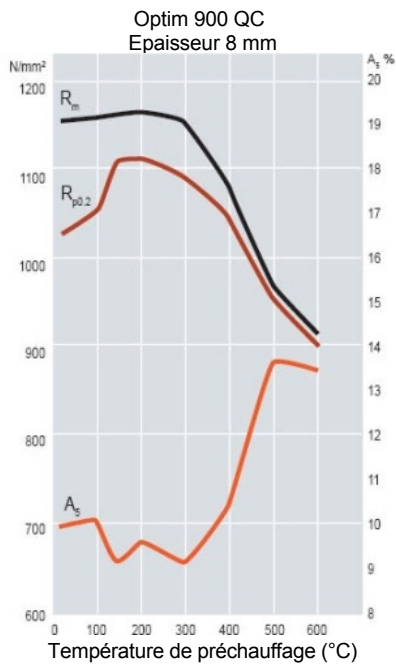
Zingage à chaud

Du fait d'une composition chimique optimisée, les aciers à très haute résistance fournissent un bon substrat pour le zingage à chaud. Une bonne maîtrise des paramètres de galvanisation produira un revêtement esthétique, brillant et durable. L'épaisseur du revêtement dépend du temps et de la température de galvanisation. Une immersion de trop longue durée doit être évitée pour garantir une épaisseur raisonnable et une bonne adhérence du revêtement.

Traitement thermique

Les aciers à très haute résistance ne se prêtent pas au traitement thermique après soudage ou toute autre opération d'atelier. Si une relaxation des contraintes est nécessaire, elle peut néanmoins être réalisée dans une plage de températures de 400 - 450 °C. Le temps de maintien dépend de l'épaisseur du matériau et de la structure de l'acier. Un refroidissement lent au four est recommandé. Un recuit ou un traitement à une température supérieure à 450 °C n'est pas recommandé car il pourrait considérablement diminuer la résistance de l'acier.

Graphique de revenu pour la nuance Optim 900 QC



R_m = Charge de rupture N/mm², R_{p0.2} = Limite d'élasticité N/mm², A₅ = Allongement jusqu'à la rupture %, 1 N/mm² = 1 Mpa

En savoir plus sur le traitement

Sécurité au travail

Des précautions particulières doivent être adoptées à tous les stades de manipulation des aciers à très haute résistance. Des méthodes de travail sûres sont particulièrement importantes lors du pliage, du bordage et de la découpe. Les instructions de manipulation du fournisseur d'acier et les instructions de sécurité de l'atelier doivent être strictement respectées. Les nouveaux employés doivent recevoir la formation appropriée avant de pouvoir traiter les aciers trempés.

Commande & livraison

État de livraison

Livré à l'état trempé.

Document de contrôle

Le document de contrôle est conforme à la norme EN 10204 -3.1.

Informations générales de livraison pour les aciers laminés à chaud

- Notre service client est à votre disposition pour toute information complémentaire. www.ruukki.fr/Contacts

Ruukki France. 121 avenue Paul Doumer 92500 Rueil-Malmaison, France
Tél. +33 (0)1.41.39.99.00. Fax. +33 (0)1.47.14.03.44. info.france@ruukki.com

Cette fiche technique est conforme à nos connaissances actuelles. Bien que nous ayons fait de notre mieux pour garantir son exactitude, la société décline toute responsabilité vis-à-vis de toute perte, dommage ou autre conséquence qui résulterait d'éventuelles erreurs ou d'une application incorrecte des informations de cette publication. Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications.

Copyright 2010 Rautaruukki Corporation. Tous droits réservés.