

# NOUVELLE GENERATION D'ACIER AUSTENITIQUE

## DMV 304HCu/SOUDABILITE ET PROPRIETES A HAUTE TEMPERATURE PROJET PRENORMATIF, SPF ECONOMIE

L'Institut Belge de la Soudure, avec Laborelec comme partenaire, mène un projet de recherche prénormatif consacré au DMV 304HCu. L'objectif est de reprendre ce matériau dans la norme européenne harmonisée EN 10216-5 sous la dénomination X10CrNiCuNb18-9-3. Le DMV 304HCu est produit par Salzgitter Mannesmann Stainless Tubes et est la version européenne du Super 304H, développé par Sumitomo, pour être appliqué dans des petits tuyaux de (re)surchauffeur dans des centrales au charbon (ultra)supercritiques.

Ing. Johan Vekeman, IBS (Traduction: M.C. Ritzen, IBS-BIL)

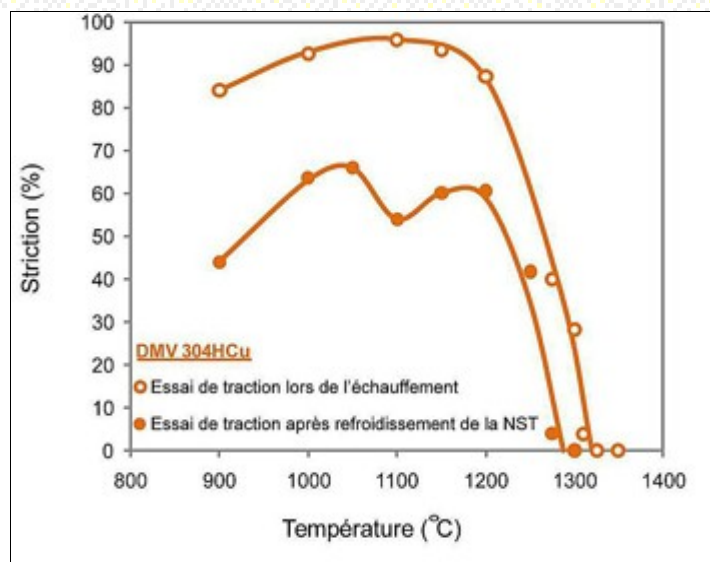


Figure 1: résultats des essais 'hot ductility'

### COMPOSITION CHIMIQUE DU METAL DE BASE ET DU METAL DEPOSE

MATERIAUX	C	Si	Mn	P	Cr	Mo	Ni	Nb	Cu	Co	N(2)	Ti	Al	B	Fe
<b>METAL DE BASE</b>															
DMV 304HCu HEAT 351180	0,09	0,24	0,63	0,002	18,4		8,64	0,47	2,9		0,09		0,0056	0,04	
<b>METAL DEPOSE</b>															
THERMANIT 304HCu HEAT 96999	0,098	0,38	3,33	0,02	18,04	0,67	15,67	0,45	3,05		0,189				
THERMANIT 617 HEAT 97566	0,057	0,09	0,05	0,03	22,03	8,7	55,6		0,02	10,83		0,31	1,250		0,68

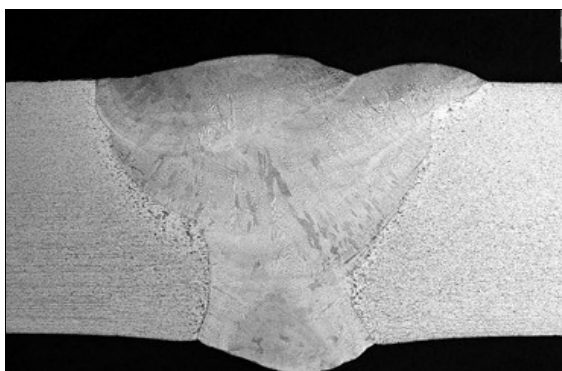


Figure 3: soudure dans DMV 304HCu (MB) avec métal d'apport (MA) Thermanit 304HCu a) macrographie

b) Microstructure dans la ZAT

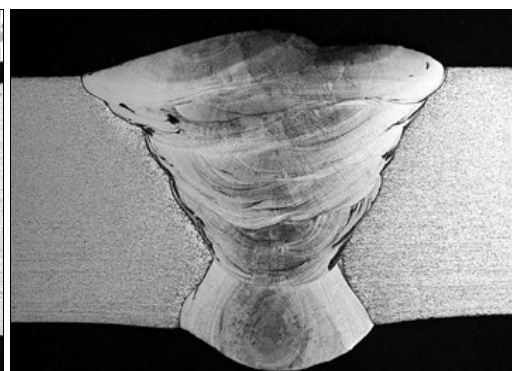
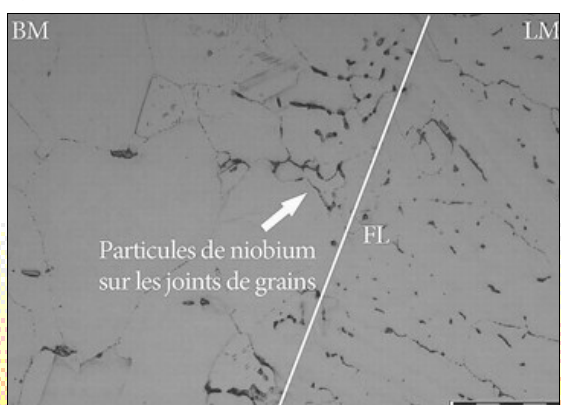
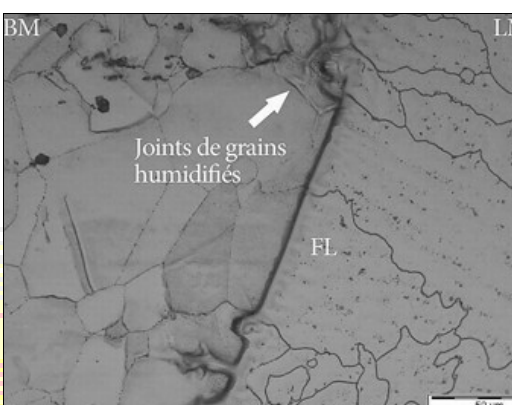


Figure 4: soudure dans DMV 304HCu (MB) avec métal d'apport (MA) Thermanit 617 a) macrographie

b) Microstructure dans la ZAT



### MATERIAU DE BASE

Le tableau à gauche donne la composition chimique du DMV 304HCu. Avant livraison, ce matériau a subi une déformation à froid pour obtenir les dimensions souhaitées des petits tubes (diamètre extérieur de 45 mm et épaisseur de paroi de 9,2 mm), suivie d'un recuit de mise en solution à 1.145 °C. Une microstructure complètement austénitique à grains fins (ASTM 9) avec des particules de niobium dans les grains a été obtenue. Cette structure est due au processus thermo-mécanique de production où, durant l'extrusion à chaud, on a opté pour une température supérieure de quelques 50 °C à la température finale de recuit de mise en solution.

### SENSIBILITE A LA FISSURATION A CHAUD

Ce matériau a fait l'objet d'une étude de soudabilité afin d'examiner e.a. la tendance à la fissuration durant le soudage. Après des simulations de soudage sur le DMV 304HCu et un examen métallographique, il est apparu que, suite à l'apport calorifique, en plus du grossissement des grains (ASTM5-6), des particules de niobium ont migré vers les joints des grains. Ceci peut provoquer de la fissuration à chaud dans la zone affectée thermiquement ('liquation cracking'). Les fissures sont analogues à celles qui apparaissent dans le métal déposé ('solidification cracking') et sont la conséquence de l'humidification des joints des grains par des phases à faible point de fusion. Juste en dessous de la température du solidus, certaines phases ou inclusions qui se trouvent sur un joint de grain, peuvent arriver

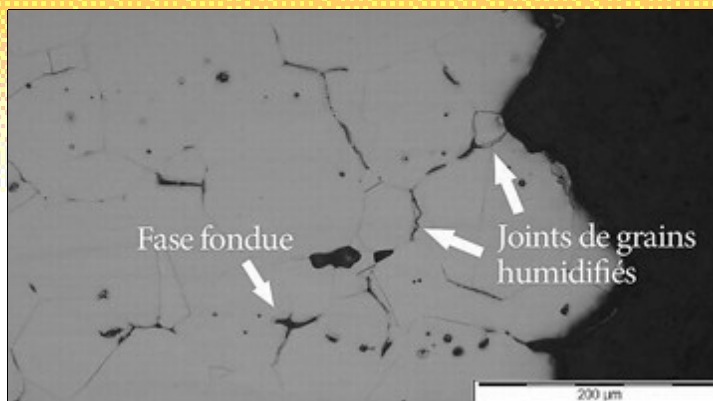


Figure 2: microstructure de l'éprouvette 'hot ductility'

à fusion plus tôt que les grains métalliques proprement dits. Elles s'écoulent comme de minces films qui, sous certaines conditions, peuvent humidifier plusieurs joints de grains. Par le retrait durant le refroidissement, les grains humidifiés peuvent glisser l'un par rapport à l'autre ce qui provoque des fissures intergranulaires. La sensibilité à la fissuration à chaud dans la zone affectée thermiquement (ZAT) du DMV 304HCu a été déterminée par l'IBS à l'aide des essais 'hot ductility'. Ces essais de traction à haute température permettent de déterminer la sensibilité à la fragilisation à haute température. La température est d'abord déterminée quand le matériau ne peut plus résister (Nil Strength Temperature - NST). Une fois la NST déterminée, les éprouvettes sont soumises à un cycle thermique de soudage avec une température de pointe NST et ensuite à une force de traction durant le refroidissement. Pour les matériaux sensibles à la fissuration à chaud, une chute sensible de la température apparaît avant que la ductilité du matériau ne soit restaurée (Ductility Recovery Temperature - DRT). Si l'intervalle de température (NST-DRT) est faible, alors la plage de températures dans laquelle des phases à faible point de fusion peuvent causer de la fissuration, est inexistante (0-50 °C) ou limitée (50-100 °C). Pour une différence de température supérieure à 100 °C, le matériau est sensible à la fissuration à chaud. Les résultats (figure 1) montre que le DMV 304HCu est sensible, d'une façon limitée, au 'liquation cracking' (NST-DRT = 1.349 °C - 1.275 °C = 74 °C). Sur une coupe métallographique d'une éprouvette de traction à 1.300 °C après refroidissement de la NST (figure 2), on retrouve, d'une façon limitée, des joints de grains humidifiés et des phases fondues. Généralement, les aciers austénitiques réfractaires sont sensibles à la fissuration à chaud. Les aciers austénitiques alliés au niobium peuvent y être très sensibles s'il reste trop de niobium non combiné au C. Le niobium migre vers les joints des grains et va former, à cet endroit, des phases à faible point de fusion. Le DMV 304HCu présente une plus

faible tendance à la fissuration à chaud que le classique 347H. Ceci peut être dû à la plus faible teneur en niobium du DMV 304HCu (0,30-0,60% par rapport à 0,40-1,20% Nb pour le 347H).

## SOUDES

Les soudures circulaires sur les tubes DMV304HCu ont été réalisées au moyen du procédé de soudage TIG avec un métal d'apport analogue (Thermanit 304HCu, ER308H mod.) et un métal d'apport à base de nickel (Thermanit 617, ERNiCoMo-1). La composition de ces matériaux se retrouve dans le **tableau**. On a soudé en position PC avec un faible apport calorifique (< 2 kJ/mm) et une température de refroidissement intermédiaire inférieure à 150 °C. Un préchauffage et un traitement thermique après soudage ne sont pas indispensables. Les **figures 3 et 4** donnent une macrographie de la soudure réalisée ainsi qu'une micrographie de la ZAT. Remarquez le grossissement des grains et la position des particules de niobium sur les joints des grains dans la ZAT. Seul dans le cas où on a soudé avec un métal d'apport à base de nickel, les joints des grains humidifiés se trouvaient dans la ZAT, probablement à la suite de l'enrichissement en éléments d'alliage provenant du métal d'apport le plus allié. Ceci n'a pas donné lieu à des fissures.

## CONCLUSION

Le DMV 304HCu présente une plus faible tendance à la fissuration à chaud que le classique 347H. Les soudures réalisées avec un faible apport calorifique (< 2 kJ/mm) et une température de refroidissement intermédiaire inférieure à 150 °C sont exemptes de fissures.

## POSTFACE

Ce projet a été subsidié par le SPF Économie. Ont contribué à cette recherche: CMI, Salzgitter Mannesmann Stainless Tubes, Sirris, Soudokay (Böhler Welding), Stork Mec, Vallourec & Mannesmann Tubes, CPS, Vinçotte. □

# CALL FOR PAPERS LASSYMPIOSIUM 2011

LES 19 & 20 OCTOBRE - ANVERS

L'Institut Belge de la Soudure (IBS) organise à nouveau, en collaboration avec le Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL), aux dates indiquées les 'Lassyposium 2011' néerlandophone à Anvers. Et ce, durant la Welding Week 2011 à Antwerp Expo (Bouwcentrum) du 18 au 21 octobre 2011.



## SEANCES

L'IBS et le NIL sont deux organisations indépendantes qui défendent les intérêts collectifs des entreprises, des institutions et des personnes, actives dans le domaine de l'assemblage des matériaux en Belgique et aux Pays-Bas. Le symposium esquissera l'état des lieux de la technique d'assemblage dans diverses séances.

## Accents

Les accents seront mis sur les terrains suivants: le développement et l'application des techniques de soudage modernes; la maîtrise du procédé de soudage MIG/MAG; la robotisation et la mécanisation; la maintenance et la réparation; les aspects de sécurité et de santé dans le soudage; les procédés de soudage laser et hybride; la maîtrise des coûts dans le soudage; la technique de soudage dans le secteur des constructions métalliques (EN 1090); la qualité de l'assemblage, les normes dans la technique de soudage; le développement de la recherche non-destructive; le brasage, la maîtrise du procédé et la réglementation; les logiciels pour la technique de soudage; les couches résistant à l'usure et à la corrosion; la certification et les formations; la soudabilité des matériaux modernes, etc. Le but est de proposer dans des séances parallèles un aperçu le plus large de l'état actuel des techniques de soudage et techniques connexes.

## INVITATION

Nous voulons vous inviter à présenter un sujet – à préciser – sur l'un des terrains cités. Le choix définitif des sujets à présenter s'opère sur base des résumés reçus. Vous pouvez compter sur un temps de parole d'environ vingt minutes, suivi par une discussion de maximum dix minutes. Vous recevrez plus de détails directement après l'acceptation des présentations envoyées. Si vous voulez proposer une présentation, nous vous demandons d'envoyer

avant le 20 avril 2011 un résumé de maximum 200 mots avec le titre et le nom (avec la bonne qualification) du présentateur à l'un des deux instituts organisateurs:

- IBS: M. Walter Vermeirsch (walter.vermeirsch@bil-ibs.be),
- NIL: M. Leo Vermeulen (vermeulen@nil.nl).

Présentations de préférence en néerlandais ou en anglais. Vous ne payez pas d'entrée comme orateur.

## Sélection

La sélection des présentations est effectuée par une commission, composée de membres belges et hollandais, sous la présidence des directeurs des deux instituts, messieurs Vermeirsch et Zandvliet. Si vous ne pouvez pas donner de présentation, nous aimerions savoir si vous souhaitez assister à ce symposium et quel est votre sujet de prédilection.

## PUBLIC CIBLE

- Ingénieurs en soudage (IWE/EWE), techniciens en soudage (IWT/EWT), spécialistes du soudage (IWS/EWS) et maîtres-soudeurs (IWP/EWP), coordinateurs en soudage et soudeurs allround,
- concepteurs et constructeurs,
- développeurs de produits,
- dirigeants d'entreprises de production dans le secteur métallique
- collaborateurs marketing & sales,
- collaborateurs qualité et sécurité et managers.

## SPONSORING

Il est possible que vous avez déjà un stand au salon. Cependant, les organisateurs désirent vous donner la possibilité de sponsoriser ce symposium de deux jours. Le coût du package (e.a. mention du logo sur toute la correspondance et une publicité d'entreprise dans le hand-out) est de 300 euros (hors TVA pour les membres BIL/NIL) et 500 euros (hors TVA) pour les non-membres. □