



RAPPORT D'ETUDE

Référence : DRD.OL.13.042

Correspondant : Olivier Lurdos – Etienne Archaud

Date d'émission : 15/05/2013

Demande :

2A017 – aval UKAD

Indice : a

Introduction

L'utilisation de traitement thermique au-dessus du transus suivi d'une trempe eau a donné des résultats très satisfaisant lors de campagne de laminage de fil couronne à Erasteel Långshyttan en 11/2011 (TTH 1020°C / 1h / eau sur DP Ø116mm, puis laminage en fils couronnes Ø8-10mm). Les microstructures observées sont plus fines et plus homogènes entre cœur et périphérie du produit fini. Les textures analysées sont également moins marquées (mesurés par EBSD au CRT, ou par essai de compression à chaud, dit essai de Lankford).

Ce type de traitement est envisagé industriellement pour améliorer la qualité des microstructures en vue d'atteindre des critères plus exigeants (p.ex. marché des barres à aubes). La question du corroyage minimum à appliquer pour obtenir une microstructure conforme a été soulevée. Ainsi, un essai de laminage PF Ø50mm a été réalisé avec une billette Ø101mm "traitée β + trempée" afin de mesurer l'effet d'un faible corroyage ($K \approx 4$) sur les microstructures.

Conclusion

Un corroyage de 4 en laminage après un traitement thermique effectué à une température au dessus du bêta transus est insuffisant pour obtenir des microstructures conformes. La structure des grains beta est encore visible. Les caractéristiques mécaniques sont conformes, mais présentent des allongements et strictionnements très proches des minima de la spécification ST UK 6001, indice c.

Des essais de traitement thermique entre 860 et 920°C / 1 à 3h améliorent nettement la qualité des microstructures, surtout vers 900 – 920°C pendant 3h. Ce type de traitement est toutefois insuffisant pour assurer des microstructures conformes en tout point de la barre.

La position d'un tel traitement thermique n'est donc envisageable que sur des demi-produits plus en amont dans la gamme de fabrication afin d'assurer un corroyage alpha/beta global plus important en fin de gamme.

This document contains confidential and proprietary information of Aubert & Duval and shall not be reproduced, distributed or disclosed to any third party without prior written consent of Aubert & Duval.

Destinataires : P.Delaborde, C.Dumont, L.Cluzel, Ch.Ortholary

Repère de classement :
TA6V – traitement thermique

Visa du responsable d'étude :

OL

Groupe
ERAMET



Introduction

L'utilisation de traitement thermique au-dessus du transus suivi d'une trempe eau a donné des résultats très satisfaisant lors de campagne de laminage de fil couronne à Erasteel Långshyttan en 11/2011 (TTH 1020°C / 1h / eau sur DP Ø116mm, puis laminage en fils couronnes Ø8-10mm). Les microstructures observées sont plus fines et plus homogènes entre cœur et périphérie du produit fini. Les textures analysées sont également moins marquées (mesurés par EBSD au CRT, ou par essai de compression à chaud, dit essai de Lankford).

Ce type de traitement est envisagé industriellement pour améliorer la qualité des microstructures en vue d'atteindre des critères plus exigeants (p.ex. marché des barres à aubes). La question du corroyage minimum à appliquer pour obtenir une microstructure conforme a été soulevée. Ainsi, un essai de laminage PF Ø50mm a été réalisé avec une billette Ø101mm "traitée β + trempée" afin de mesurer l'effet d'un faible corroyage ($K \approx 4$) sur les microstructures.

Traçabilité des échantillons

Lot UKAD : AAAA2213

N°OF 518874

Coulée : K23S000002

Microstructures

L'annexe 1 présente les microstructures en sens long et travers observé sur produit fini à l'état brut de laminage.

Les microstructures sont très fines, mais non globulaires, du fait du faible corroyage alpha/beta. Elles comportent également de nombreux liserés α . En sens travers, les structures se rapprochent des clichés A12 et A21 de la spécification ETTC2. Bien que non conformes, ces structures sont malgré tout homogène entre cœur et périphérie (même constat que les productions de fil couronne à Långshyttan).

Caractéristiques mécaniques

Le tableau 1 présente les caractéristiques mécaniques. Celles-ci sont en limite de conformité à l'état naturel (sur l'allongement et la striction). Après traitement thermique 900°C / 1h, on note une nette dégradation des valeurs de Rp0,2 et Rm (la limite élastique devient non conforme), alors que les allongements et strictions augmentent légèrement.

Afin d'être exhaustif dans les caractérisations mécaniques, il faudrait tester l'état thermique 900°C / 1h / air + 730°C / 90min / air afin d'apprécier l'effet du recuit final. La matière disponible ne permet pas une telle caractérisation.

Etat thermique	Rm (MPa)	Rp 0,2 (MPa)	A %4d	A %5d	Z%
	Imposition ST UK 6001 indice C	≥ 900	≥ 805		≥ 12
(Brut de laminage)	987	884	15.0	12.5	37
900°C / 1h / AIR	904	777	16.0	14.0	43

Tableau 1 : Caractéristiques mécaniques de la barre dite "traitée beta + trempée"

Essais de traitement thermiques en laboratoire

L'annexe 2 présente les microstructures après des traitements thermiques entre 860 et 920°C, sur une durée de 1h à 3h.

L'utilisation de ce type de traitement améliore très significativement la qualité des microstructures. Quelque soit le traitement utilisé, il reste à minima des zones partiellement globularisées (ex : cliché 900°C / 3h). La qualité des microstructures s'améliore avec le temps métallurgique et la température de traitement thermique. Un traitement 900°C ou 920°C / 3h permet d'obtenir des microstructures à la limite de la conformité (seule quelques bandes restent non globulaires).

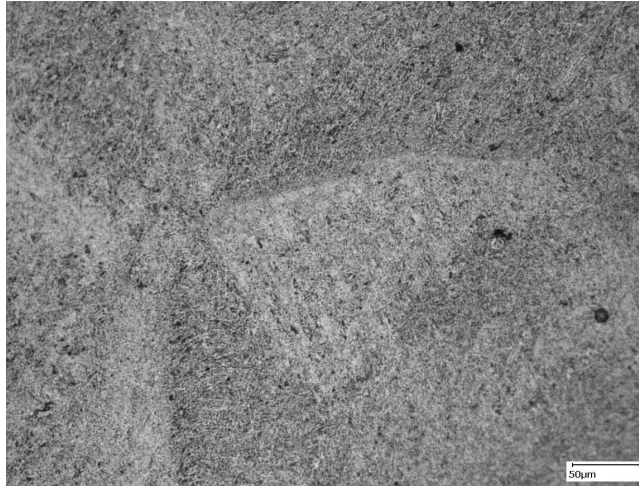
Conclusion

Un corroyage de 4 en laminage après un traitement thermique effectué à une température au dessus du bêta transus est insuffisant pour obtenir des microstructures conformes. La structure des grains beta est encore visible. Les caractéristiques mécaniques sont conformes, mais présentent des allongements et strictionnements très proches des minima de la spécification ST UK 6001, indice c.

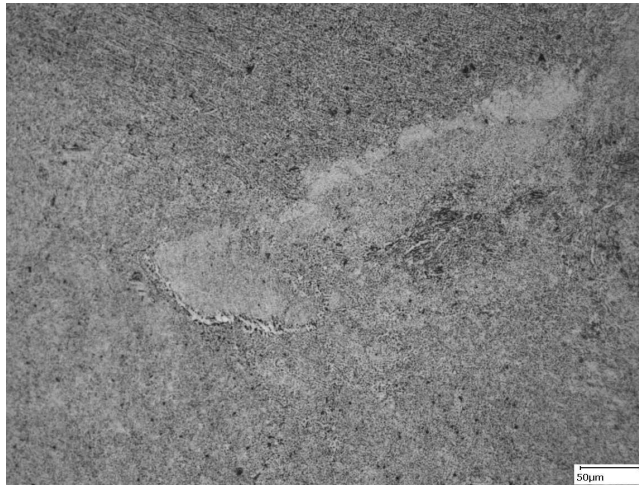
Des essais de traitement thermique entre 860 et 920°C / 1 à 3h améliorent nettement la qualité des microstructures, surtout vers 900 – 920°C pendant 3h. Ce type de traitement est toutefois insuffisant pour assurer des microstructures conformes en tout point de la barre.

La position d'un tel traitement thermique n'est donc envisageable que sur des demi-produits plus en amont dans la gamme de fabrication afin d'assurer un corroyage alpha/beta global plus important en fin de gamme.

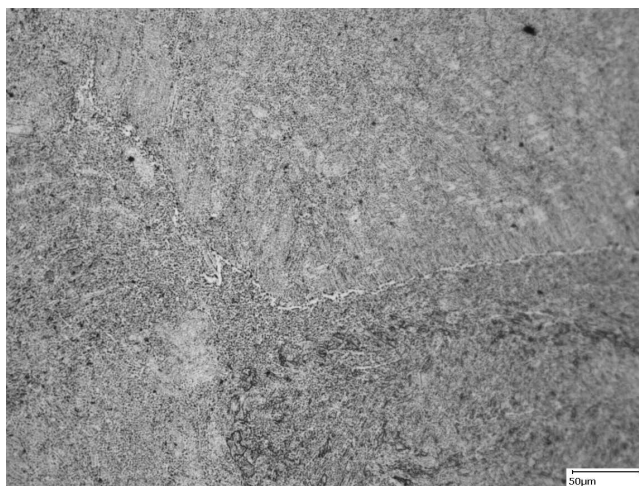
Annexe 1a: aspect moyen des microstructures en sens **travers**, grossissement x200



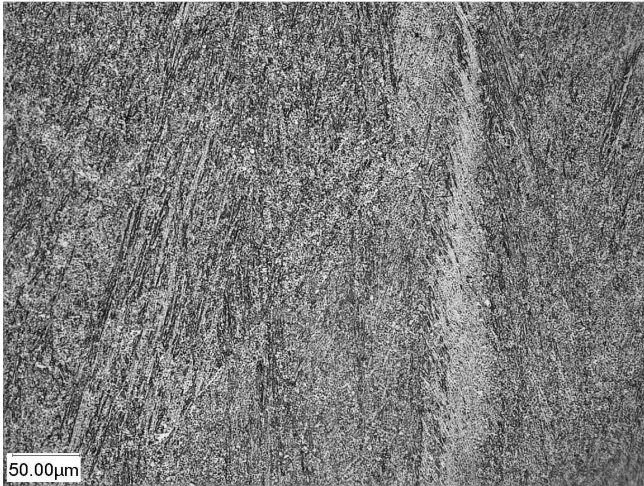
Périphérie, x200, sens travers



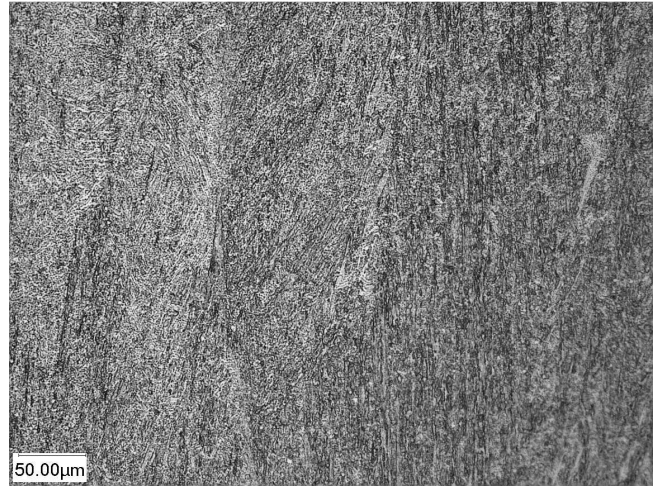
Mi-rayon, x200, sens travers



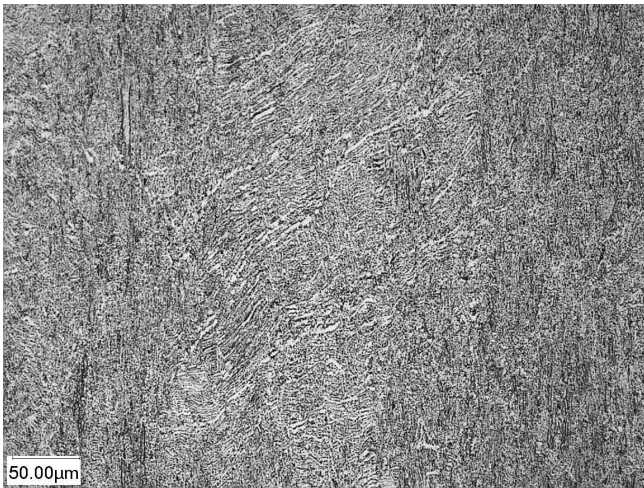
Cœur, x200, sens travers

Annexe 1b: aspect moyen des microstructures en sens **long**, grossissement x200

Périphérie, x200, sens long



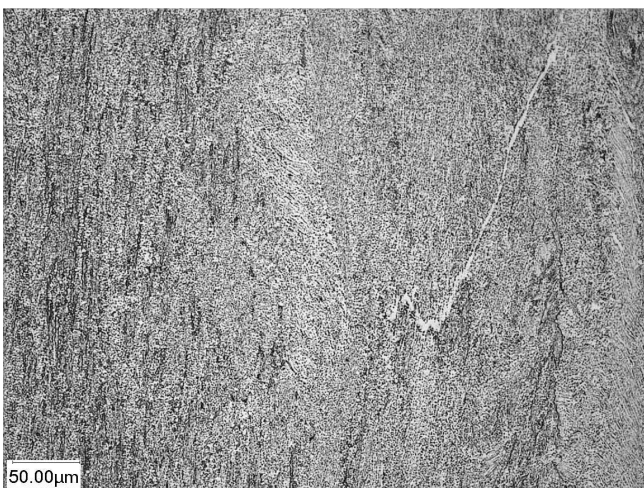
Périphérie, x200, sens long



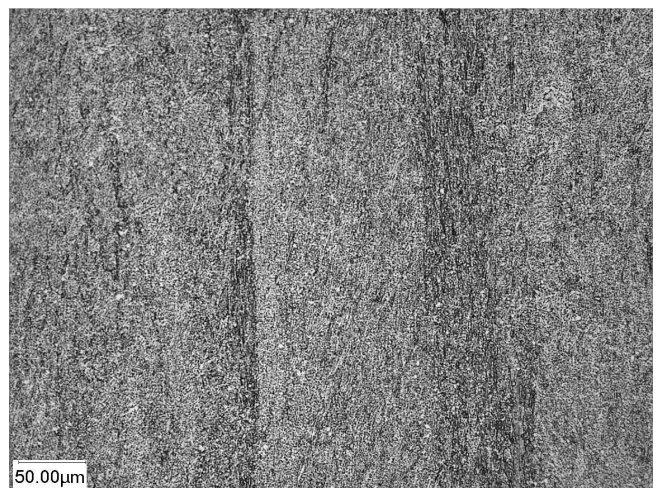
Mi-rayon, x200, sens long



Mi-rayon, x200, sens long

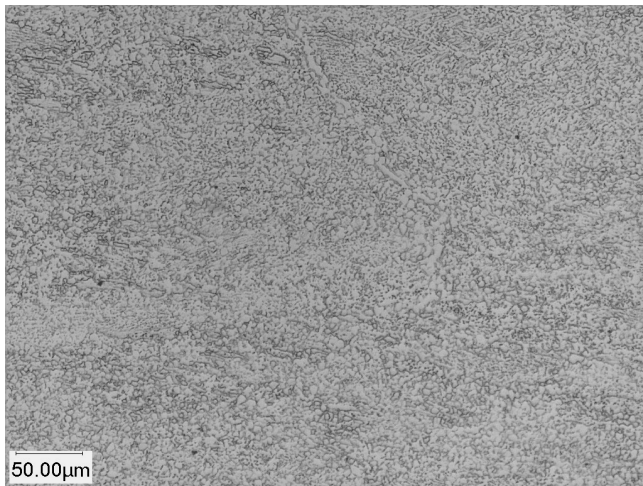


Cœur, x200, sens long



Cœur, x200, sens long

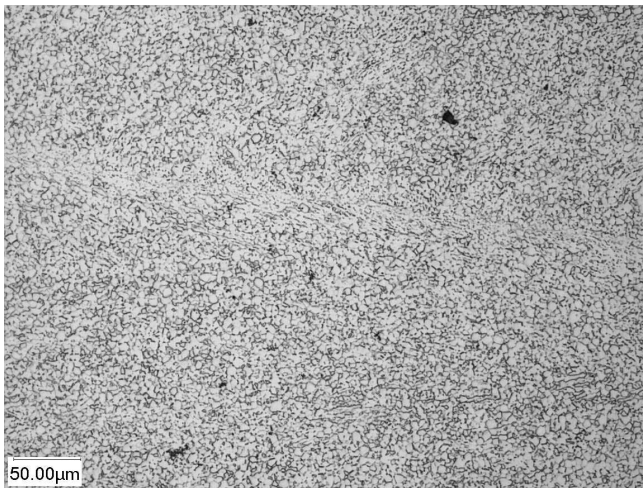
Annexe 2: aspect moyen des microstructures en sens **travers**, après traitements thermiques effectués au laboratoire. Grossissement x200



860°C / 1h / AIR, x200, sens travers



880°C / 1h / AIR, x200, sens travers



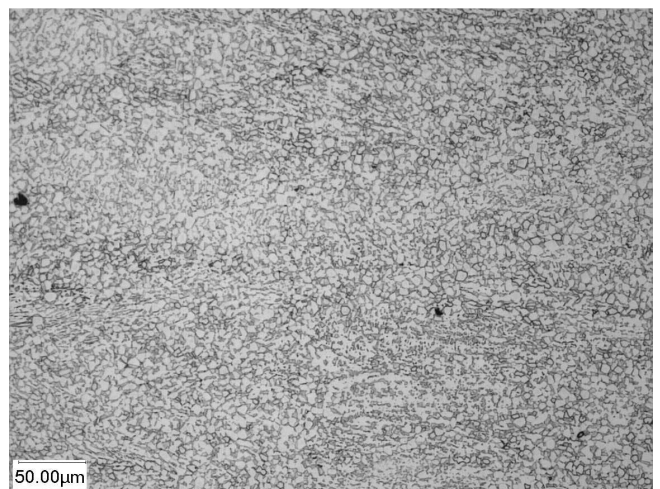
860°C / 2h / AIR, x200, sens travers



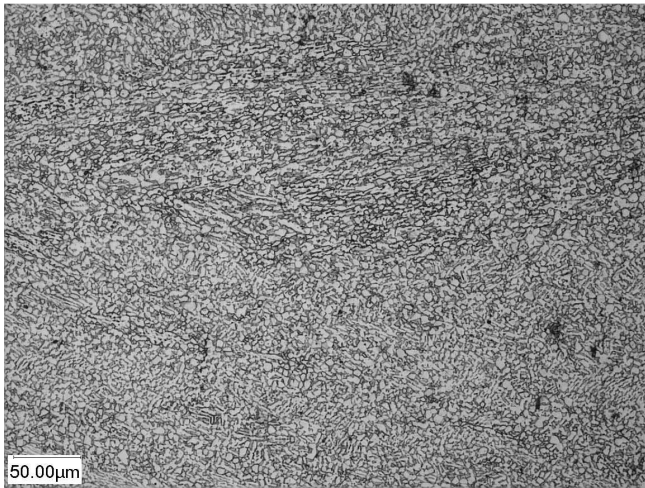
880°C / 1h / AIR, x200, sens travers



860°C / 3h / AIR, x200, sens travers



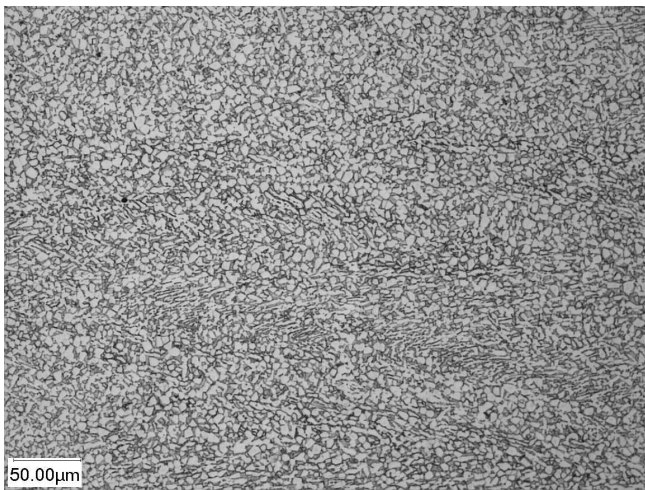
880°C / 1h / AIR, x200, sens travers



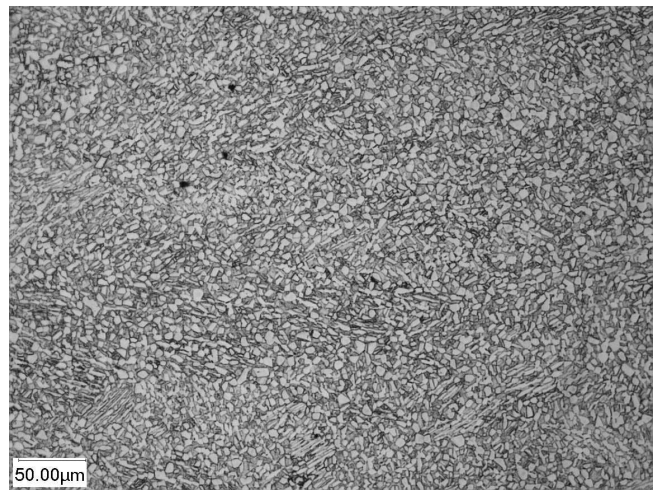
900°C / 1h / AIR, x200, sens travers



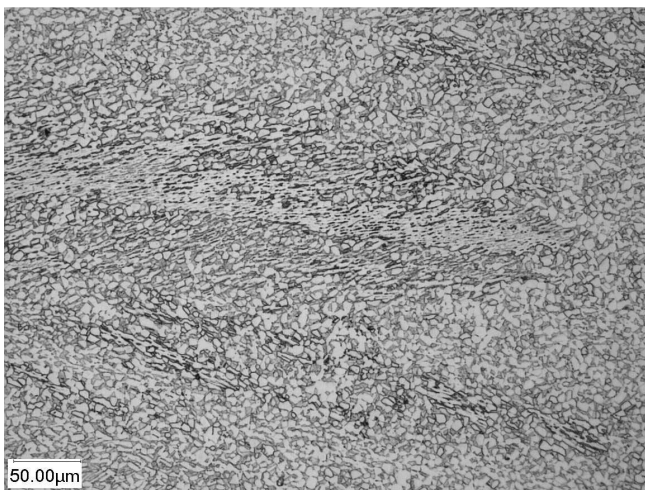
920°C / 1h / AIR, x200, sens travers



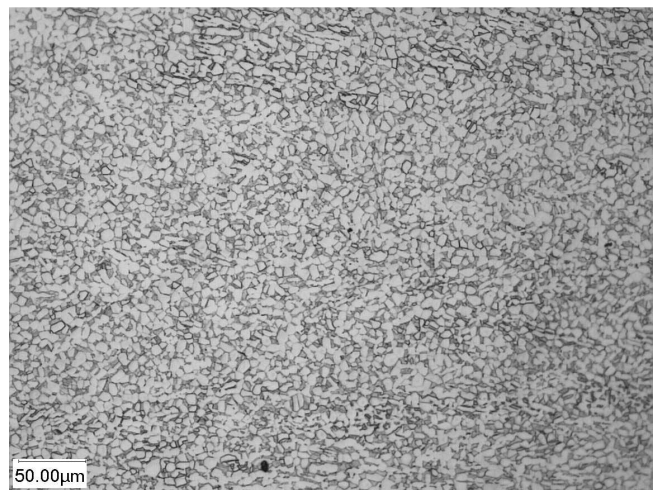
900°C / 2h / AIR, x200, sens travers



920°C / 2h / AIR, x200, sens travers



900°C / 3h / AIR, x200, sens travers



920°C / 3h / AIR, x200, sens travers