




Site des ANCIZES

Groupe RECHERCHE & DEVELOPPEMENT

OBJET :

TA6V – Essais de transformation en aval d'UKAD
Caractérisation de largets 50x8mm transformés
à ERASTEEL Champagnol lors de la campagne du
11/05/2010

R A P P O R T D ' E T U D E

REFERENCE : DRD/EG/TC/10.054**CORRESPONDANT** : E. GEORGES**DATE D'EMISSION** : 3 juin 2010**DEMANDE** :

Projet 2A017

1 - Introduction

Dans le cadre du programme de faisabilité et de test des installations industrielles pour le développement futur de productions en aval d'UKAD, une campagne d'essais de transformation a été réalisée à ERASTEEL Champagnol pour la fabrication de largets de section 50mm X 8mm.

La caractérisation de ces fabrications par examens microstructuraux aux différentes étapes de la gamme de transformation a pour but d'une part de s'étalonner par rapport au référentiel de structures type de la publication ETTC2 et d'autre part à travers une interprétation de la variabilité des structures dans la section, de proposer d'éventuelles modifications de la gamme thermomécanique.

2 - Origine des demi-produits – Synoptique de la transformation

- Billette Ø240mm Coulée 8122015193 Fournisseur VSMPO
- Transformation sur Blooming Ancizes en R104.4mm selon OF LL0055604
- Laminage en α/β après chauffage à 940°C
- Ecroutage à Ø101mm
- Transformation à Erasteel Champagnol
 - Chauffage par induction – Forgeage sur GMF en 5 passes en Rond50mm
 - Chauffage en Four Electrique – Laminage en 5 passes en largets de section 50x8mm
 - Un compte rendu de fabrication a été établi (cf. annexe 0).

3 – Examens microstructuraux sur demi-produits**3.1 - Rond 104mm (cf. annexe 1)**

Cotation par rapport aux figures de la publication ETTC 2

- A cœur – microstructure cotable entre les figures C1 et C2 pour la taille des nodules de phase α primaire et la présence de précipitation de phase α secondaire en lattes au refroidissement dans les grains β .
- En périphérie : cotation entre les figures C1 et C3 pour l'aspect plus étiré des nodules de phase α primaire.

DESTINATAIRE(S) : - A&D : P. Delaborde, Y. Le Collen, E. Josse, C. Dumont, O. Lurdos,
M. Decronsoniere
- Erasteel : Philippe Michel (Champagnol)
- CRT : J. Montagnon

REPERES DE CLASSEMENT : 2A017

Visa du
responsable d'Etude :

3.2 - Rond 50mm (cf. annexe 2)

→ Barre repère 1

Température de chauffage au delà du β Transus.

Les aspects microstructuraux sont hétérogènes et ne correspondent pas au niveau de qualité recherché. La persistance de nodules de phase α primaire est observée localement, une précipitation généralisée de phase α secondaire dans les grains β se produit en cours de transformation et au refroidissement sous forme de lattes et aiguilles déformées.

→ Barre repères 2 et 3

Ces deux barres chauffées à 940 - 950°C en 6mn présentent des aspects microstructuraux similaires.

On note une différence notable de morphologie de la phase α primaire dont les nodules apparaissent beaucoup plus étirés en périphérie qu'à cœur du produit.

Si l'on ne peut exclure qu'une partie de cette hétérogénéité peut être en partie héritée du demi-produit, les conditions de chauffage par induction et la transformation à la GFM contribuent probablement à son exacerbation par échauffement adiabatique et localisation de la déformation en peau.

Selon ETTC2 les microstructures à cœur en sens long se situent entre les planches AA1 et AA2, et entre AA4 et AA5 pour la périphérie.

4 - Caractérisation des largets

4.1 - Microstructures (cf. annexes 3)

La dégradation des microstructures due aux conditions de chauffage au delà de la température de β Transus mise en évidence sur la barre repère 1 au stade Ø50mm, s'avère relativement atténuée après laminage en largets de section 50 x 8 mm.

Deux raisons peuvent être avancées pour expliquer ce phénomène :

- D'une part, les conditions de chauffage des ronds de 50mm à 970°C, température proche du β Transus réduit considérablement la quantité de phase α primaire sur les barres 2 et 3.
- D'autre part, la barre repère 1 a été laminée en 2 étapes avec remise au four intermédiaire à 970°C et ces conditions ont pu permettre une reprécipitation et coalescence de nodules de phase α primaire avant le second laminage.

→ Cotation selon ETTC2

A l'état naturel, les microstructures sont difficilement comparables aux planches de cotation en raison de la faible quantité de phase α primaire et la précipitation limitée de phase α secondaire liée au refroidissement rapide de ces produits de faible section.

En sens travers les aspects pourraient être assimilés aux planches A7 - A8

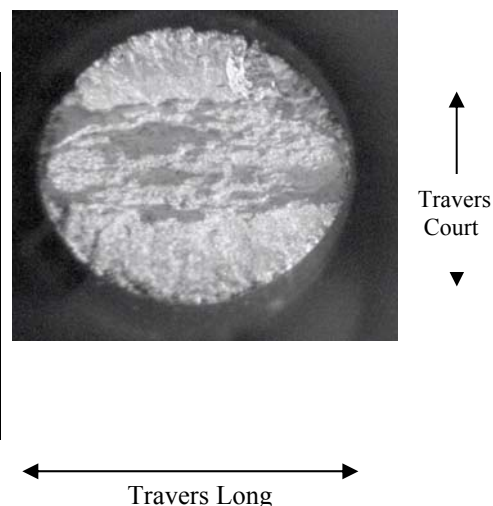
Ces aspects sont confirmés après traitement 730°C/2h/air (cf. annexe 5)

En sens long, les aspects microstructuraux sont assimilables aux planches AA5 au vu de la morphologie de la phase α primaire très étirée, voire AA8 si l'on considère la variabilité de taille de la phase α . (cf. annexes 4).

4.2 - Caractéristiques mécaniques

Prélèvements sens long

Etat thermique	Repère	Rp0.2 (N/mm ²)	Rm (N/mm ²)	A5d (%)	Z (%)
Etat naturel	1	980	1057	14.3	35
	2	970	1053	14.9	45
	3	972	1056	16.0	47
730°C/2h/Air	1	979	1048	14	32
	2	953	1037	14.2	29
	3	946	1035	14.5	28
Spec. STRYKER HMS 5643		≥ 795	≥ 860	≥ 10	≥ 25



Toutes les éprouvettes présentent un faciès de rupture dissymétrique avec orientation privilégiée de la propagation de la rupture dans le sens travers long, représentative d'un comportement anisotrope.

Le recuit 730°C/2h engendre une baisse limitée de propriétés de résistance et limite d'élasticité accompagnée d'un abattement des propriétés de ductilité.

4.3 - Dosage d'hydrogène

Spec. STRYKER HMS 5643	R101 mm	Larget 50x8mm Repère 1	Larget 50x8mm Repère3
Teneur < 120ppm	23 ppm	25 ppm	24ppm

5 - Conclusion

Les différents produits examinés ne présentent pas de couche de surface contaminée pas alpha case.

L'absence d'évolution significative des teneurs en hydrogène mesurées sur demi produit Ø101mm et sur largets montre que les conditions de chauffage et de transformation ne dégradent pas le produit vis-à-vis ce critère.

Concernant l'étirage à la GFM en barre de diamètre 50mm, la déformation plus marquée en périphérie qu'à cœur de la section génère des différences notables d'aspect microstructuraux qu'il paraît souhaitable de réduire, par la mise en place d'actions correctives sur les conditions de chauffage et de transformation.

Pour obtenir une répartition plus homogène de la déformation on peut évoquer les pistes suivantes :

- conditions de chauffage par induction permettant d'obtenir une meilleure homogénéité thermique dans la section par une diminution de la puissance et une augmentation de la durée du maintien.
- conditions de forgeage ayant pour but de limiter les échauffements adiabatiques, avec une augmentation du nombre de passes de forgeage qui aurait pour effet une diminution de la déformation à chaque passe.

Laminage des largets :

Au vu des microstructures, les conditions de chauffage pourraient également être à reconsidérer avec une température de consigne inférieure permettant de conserver une proportion plus importante de phase α primaire.

En l'état et après traitement 730°C/2h/Air, les microstructures présentent une orientation marquée des nodules de phase α primaire dans le sens principal de la déformation qui engendre un comportement anisotrope mis en évidence au niveau de la zone de rupture des éprouvettes de traction.

Une optimisation des conditions de traitement thermique visant à obtenir des microstructures plus équiaxes reste donc à définir.

SYNTHESE DES ESSAIS

DEBIT BILLETES

1°) PAR SCIAGE sur SCIE KASTO

- tentative de débit billettes par sciage vaine
- rubans de scie inadaptés au sciage du titane
- vitesse de coupe initiale trop élevée
- pénétration de lame nulle après émoussage de la denture
- Yvon Le Collen nous transmettra référence ruban et paramètres de coupe

2°) PAR TRONÇONNAGE A SEC sur TRONÇONNEUSE RGA

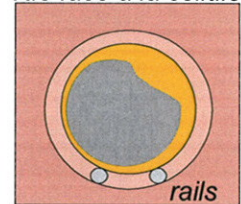
- personnel sur poste équipé de lunettes anti-UV et masque FFP3
- aspiration unité de filtration coupée
- protection de gaines exposées aux projections de meulage
- 1er segment coupé avec disque 508x4.5x25.4 A24PBF 80m/s (DL Abrasif)
 - tronçonnage avec difficulté modérée
 - mordant disque abrasif modéré
 - puissance de tronçonnage limite (calage de la machine 1 fois)
 - disque détérioré à la fin de la coupe
 - émission de fumée relativement contenue par le carénage
- 2nd et 3ème segments coupés avec disque 500x4.5w25.4-3K24P.B1F2 100m/s (Slipnaxos)
 - tronçonnage avec difficulté modérée
 - mordant disque abrasif plus important
 - puissance de tronçonnage limite (calage de la machine plusieurs fois)
 - disque détérioré après 1,75 coupe
 - difficulté à recaler le disque dans la coupe après changement
 - émission de fumée relativement contenue par le carénage

les types de disques de tronçonnage ne sont probablement pas les plus adaptés
il faudrait diminuer la pression sur le disque pour le tronçonnage du titane

CHAUFFE INDUCTION DES BILLETES

- machine de chauffe par induction AEG : voltage maxi 1000V , fréquence 1000 Hz
- pyromètres optiques monochromatiques sans réglage de l'émissivité
- visée avec pyromètre optique portable , émissivité réglée pour titane
- asymétrie de la chauffe nettement visible en début de cycle (voir ci-contre)

vue face à la cellule



1ère billette

- paramètre de chauffe : température visée 950°C , voltage 770V , temps 8 mn
- arrêt de la chauffe à 5 mn (sortie et transfert billette à tps = 6 mn)
- chauffe au-delà du transus : température atteinte 1050 °C

2nde billette

- paramètre de chauffe : température visée 950°C , voltage 700V , temps 6 mn
- température à 4 mn de chauffe : 767 °C
- température à 5 mn de chauffe : 870 °C
- température à 6 mn de chauffe : 948 °C

3ème billette

- paramètre de chauffe : température visée 950°C , voltage 670V , temps 6 mn
- température à 4 mn de chauffe : 761 °C
- température à 5 mn de chauffe : 860 °C
- température à 6 mn de chauffe : 941 °C

- temps de transfert machine AEG / machine à forger : ~ 1 mn (fin de chauffe / début forgeage)

FORGEAGE MACHINE à FORGER GFM

- ébauche forgée Ø 50 mm
- marteaux "ronds"
- forgeage en 5 passes
- pyromètres bi chromatiques de contrôle température de chaque coté du forgeage
- 1ère billette forgée en mode pas à pas pour contrôler la température après chaque passe
- 2nde et 3ème billettes forgées en mode automatique
- peu d'échauffement adiabatique

1ère billette

- température 1ère passe de forgeage : 902 °C
- température dernière passe de forgeage : 955 °C

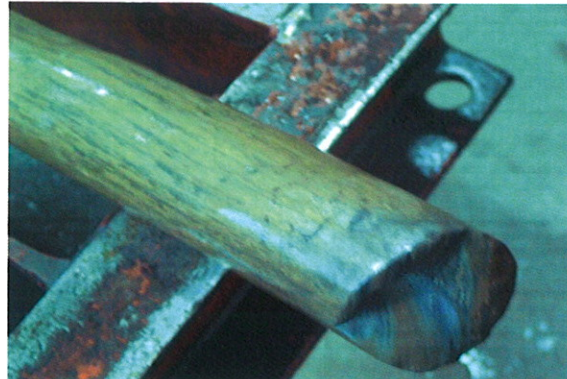
2nde billette

- température 1ère passe de forgeage : 880 °C
- température dernière passe de forgeage : 931 °C

3ème billette

- température 1ère passe de forgeage : 870 °C
- température dernière passe de forgeage : 928 °C

- aspect de surface forgée régulier , quelques arrachements ou collages minimes
- du fait de l'asymétrie de la chauffe par induction , le puits de déformation de forgeage est décentré
- ce phénomène est constaté aux 2 extrémités sur les 3 ébauches forgées
- du fait de la longueur des ébauches ~ 2100 mm la barre forgée en fin de recul du manipulateur B est tenue seulement par les mors
- fluage du titane :
 - l'ébauche s'incline faute de soutien
 - extrémité dans les mors fortement déformée
- ormis le phénomène de fluage, les mors du manipulateurs marquent fortement le produit



REFROIDISSEMENT DES EBAUCHES

à température ambiante , en extérieur

EBOUTAGE EBAUCHES FORGEES

- par tronçonnage à sec sur RGA avec disque 500x4.5w25.4-3K24P.B1F2 100m/s (Slipnaxos)
- aspiration sur unité de filtration coupée
- protection lunettes anti-UV et masque FFP3
- pas de difficulté
- coté libre : éboutage minimum + prise d'échantillon de caractérisation
- coté mors : coupe de la partie déformée / fluage de l'ébauche forgée

RECHAUFFAGE FOUR ELECTRIQUE OFU (avant laminage)

- introduction barres froides
- consigne température four : 970°C
- temps de passage : 25 mn
- paramètres adaptés pour obtenir une température de ~ 915°C en entrée de laminoir

LAMINAGE

- laminage en 5 passes d'un plat 50,0 x 8,0 mm
- laminage de l'ébauche forgée en une pièce
- recette de laminage 0501X080.071

1ère billette

- blocage en sortie de 1ère passe / problème en cage 4
- cotes du produit fin de 1ère passe conformes / cotes programme
- produit remis au four et relaminé en 5 passes avec recette 0502X080.071
- cotes à chaud conformes : 50,70 x 8,05

2nde billette

- laminage en 5 passes sans problème
- cotes à chaud non-conformes : 51,60 x 7,95
- élargissement réel plus important que celui calculé
- correction des ouvertures cylindres

3ème billette

- laminage en 5 passes sans problème
- cotes à chaud conformes : 50,90 x 8,08

- pas de difficulté à l'engagement malgré le peu d'inertie du à la faible masse du produit (16kg)
- produit assez "mou" lors du laminage , marque un peu au niveau des platines guides
- prévoir un montage type ferronickel pour limiter la marque des platines
- pas d'échauffement adiabatique
- baisse de température de 50 à 60 °C durant le laminage

EBOUTAGE ET MISE A LONGUEUR

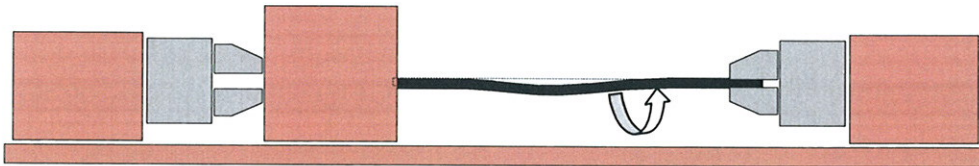
- par tronçonnage à sec sur NOFEM avec disque 500x4.5w25.4-3K24P.B1F2 100m/s (Slipnaxos)
- aspiration sur unité de filtration coupée
- protection lunettes anti-UV et masque FFP3
- pas de difficulté
- coupe d'un échantillon de caractérisation à chaque extrémité et milieu des 3 barres laminées

CONCLUSION

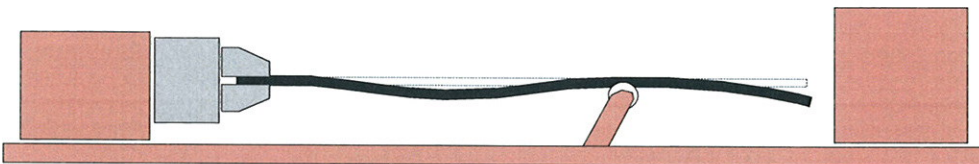
- essai globalement positif
- il a été possible de tronçonner, chauffer par induction, forger et laminier des produits en TA6V
- pour l'ensemble des outils il semble juste nécessaire d'affiner / optimiser le paramétrage / TA6V
- seule la caractérisation des produits forgés et laminés, notamment la structure, permettra de valider la capacité des outils du site à transformer à chaud le TA6V
- les essais ayant été réalisés sans atmosphère réductrice, il faut aussi déterminer l'épaisseur de la couche polluée (alpha case)

- point qui n'a pas été expérimenté et n'est pas sans interrogation :
éboutage et coupe à longueur des ébauches forgées entre la machine à forger et le four de réchauffage (sur HSS tronçonnage à sec à chaud)
→ trouver une solution industrielle et sécurisée, autre que de dévier le flux pour refroidir et ébouter les ébauches forgées avec introduction de barres froides au four OFU

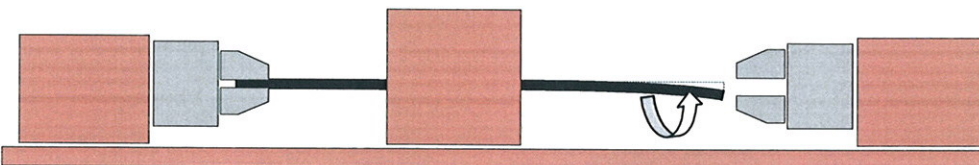
- plusieurs questions se posent suite aux essais
 - possibilité de réduire l'asymétrie de chauffe sur la machine de chauffe AEG
 - les paramètres de chauffe doivent être optimisés pour une meilleure homogénéité de T°C probablement un voltage moins élevé et un temps de chauffe plus long que 6 mn pourrait être expérimenté sur 2nde campagne d'essais S22
 - utilisation de pyromètres monochromatiques sur la machine de chauffe correction de l'émissivité à faire pour avoir un enregistrement de données cohérent
 - comportement d'ébauches forgées longues et/ou de faible section en cours de forgeage dans les 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} passes / fluage lorsque l'ébauche est "suspendue" entre l'entrée de la boîte à forgée et le manipulateur en position reculée



- comportement d'ébauches forgées longues et de faible section (\varnothing 33 mm Lg 5000) entre la fin du forgeage et l'évacuation, compte tenu du fluage important du TA6V



- comment améliorer le soutien de l'ébauche forgée avant évacuation pour limiter la déformée
- lors de la dernière passe de forgeage du rond \varnothing 33, le manipulateur A ne tient pas l'extrémité de l'ébauche : comment se comportera l'extrémité libre de la barre pendant la passe



- nécessité d'ajouter un supportage pour les ébauches longues et/ou de faible section

A ce stade des essais, il apparaît que les points qui nécessiteront un investissement pour passer au stade industriel sont : le tronçonnage amont (débit billettes), le supportage des ébauches au forgeage et l'opération d'éboutage et de coupe en tronçons des ébauches forgées en ligne (solution à définir);
Autres aspects : séparation et filtration meulures à la tronçonneuse en fin de ligne, outillage laminoir dédié pour éviter le marquage produits et l'amélioration de la machine de chauffe AEG / homogénéité de température

BILLETTE 1	
<p>COULEE 822015193 - TA6V billette Ø 101 mm - Lg 520 mm</p> <p>CHAUFFE AEG Température visée : 950°C Voltage : 770 V Trajet : 1050 / 1140 Temps : 8 mn arrêt chauffe à 5 mn</p> <p>Température à 5 mn : 1102 °C Mesure pyromètre : 1050 °C</p> <p>Temps de transfert chauffe / forgeage : 1' 10"</p> <p>FORGEAGE Rond forgé Ø 50 mm Puissance Maxi. Atteinte : 85 T passe 1 Puissance Maxi. Atteinte : 85 T passe 2 Puissance Maxi. Atteinte : 85 T passe 3 Puissance Maxi. Atteinte : 83 T passe 4 Puissance Maxi. Atteinte : 82 T passe 5</p> <p>Température début forgeage 902 °C (965°C) Température fin forgeage 955 °C (1015°C)</p> <p>FOUR OFU Température visée : 950°C Introduction barres froides Température consigne : 970 °C Temps de passage : 25 mn</p> <p>LAMINAGE plat 50,00 x 8,00 mm - outillage type Standard recette 0502X080.071 Température passe 1 : 901 °C Température passe 3 : 856 °C Température passe 5 : 840 °C refroidissement laminage 61 °C températures relevées à l'affichage supervision <i>barre bloquée en sortie de passe 1 (cage 4)</i> <i>remis au four et relaminé avec programme spécifique</i></p> <p>Cotes à chaud Largeur : 50,70 mm Epaisseur : 8,05 mm</p> <p>Cotes à froid Largeur : 50,40 mm Epaisseur : 8,13 mm</p>	<p>BILLETTE 2</p> <p>COULEE 822015193 - TA6V billette Ø 101 mm - Lg 520 mm</p> <p>CHAUFFE AEG Température visée : 950°C Voltage : 700 V Trajet : 1050 / 1140 Temps : 6 mn</p> <p>Température à 6 mn : 1023 °C Mesure pyromètre à 4 mn : 767 °C Mesure pyromètre à 5 mn : 870 °C Mesure pyromètre à 6 mn : 948 °C</p> <p>Temps de transfert chauffe / forgeage : 1' 03"</p> <p>FORGEAGE Rond forgé Ø 50 mm Puissance Maxi. Atteinte : 88 T passe 1 Puissance Maxi. Atteinte : 88 T passe 2 Puissance Maxi. Atteinte : 86 T passe 3 Puissance Maxi. Atteinte : 84 T passe 4 Puissance Maxi. Atteinte : 82 T passe 5</p> <p>Température début forgeage 880 °C (943°C) Température fin forgeage 931 °C (991°C)</p> <p>FOUR OFU Température visée : 950°C Introduction barres froides Température consigne : 970 °C Temps de passage : 25 mn</p> <p>LAMINAGE plat 50,00 x 8,00 mm - outillage type Standard recette 0501X080.071 Température passe 1 : 914 °C Température passe 3 : 882 °C Température passe 5 : 854 °C refroidissement laminage 60 °C températures relevées à l'affichage supervision</p> <p>Cotes à chaud Largeur : 51,60 mm Epaisseur : 7,95 mm</p> <p>Cotes à froid Largeur : 51,20 mm Epaisseur : 8,02 mm</p>

BILLETTE 3	
<p>COULEE 822015193 - TA6V billette Ø 101 mm - Lg 520 mm</p> <p>CHAUFFE AEG Température visée : 950°C Voltage : 670 V Trajet : 1050 / 1140 Temps : 6 mn</p> <p>Température à 6 mn : 1030 °C Mesure pyromètre à 4 mn : 761 °C Mesure pyromètre à 5 mn : 860 °C Mesure pyromètre à 6 mn : 941 °C</p> <p>Temps de transfert chauffe / forgeage : 1' 03"</p> <p>FORGEAGE Rond forgé Ø 50 mm Puissance Maxi. Atteinte : 120 T passe 1 Puissance Maxi. Atteinte : 88 T passe 2 Puissance Maxi. Atteinte : 88 T passe 3 Puissance Maxi. Atteinte : 84 T passe 4 Puissance Maxi. Atteinte : 82 T passe 5</p> <p>Température début forgeage 870 °C (- - °C) Température fin forgeage 928 °C (993°C)</p> <p>FOUR OFU Température visée : 950°C Introduction barres froides Température consigne : 970 °C Temps de passage : 25 mn</p> <p>LAMINAGE plat 50,00 x 8,00 mm - outillage type Standard recette 0501X080.071 Température passe 1 : 913 °C Température passe 3 : 878 °C Température passe 5 : 863 °C refroidissement laminage 50 °C températures relevées à l'affichage supervision</p> <p>Cotes à chaud Largeur : 50,90 mm Epaisseur : 8,08 mm</p> <p>Cotes à froid Largeur : 50,55 mm Epaisseur : 8,16 mm</p>	<p>BILLETTE 3</p> <p>COULEE 822015193 - TA6V billette Ø 101 mm - Lg 520 mm</p> <p>CHAUFFE AEG Température visée : 950°C Voltage : 670 V Trajet : 1050 / 1140 Temps : 6 mn</p> <p>Température à 6 mn : 1030 °C Mesure pyromètre à 4 mn : 761 °C Mesure pyromètre à 5 mn : 860 °C Mesure pyromètre à 6 mn : 941 °C</p> <p>Temps de transfert chauffe / forgeage : 1' 03"</p> <p>FORGEAGE Rond forgé Ø 50 mm Puissance Maxi. Atteinte : 120 T passe 1 Puissance Maxi. Atteinte : 88 T passe 2 Puissance Maxi. Atteinte : 88 T passe 3 Puissance Maxi. Atteinte : 84 T passe 4 Puissance Maxi. Atteinte : 82 T passe 5</p> <p>Température début forgeage 870 °C (- - °C) Température fin forgeage 928 °C (993°C)</p> <p>FOUR OFU Température visée : 950°C Introduction barres froides Température consigne : 970 °C Temps de passage : 25 mn</p> <p>LAMINAGE plat 50,00 x 8,00 mm - outillage type Standard recette 0501X080.071 Température passe 1 : 913 °C Température passe 3 : 878 °C Température passe 5 : 863 °C refroidissement laminage 50 °C températures relevées à l'affichage supervision</p> <p>Cotes à chaud Largeur : 50,90 mm Epaisseur : 8,08 mm</p> <p>Cotes à froid Largeur : 50,55 mm Epaisseur : 8,16 mm</p>

ESSAIS FAISABILITE FORGEAGE - LAMINAGE TA6V - UKAD - 11/05/2010

RELEVÉ DIMENSIONNEL / GEOMETRIE

PLAT LAMINE 50,00 x 8,00 mm

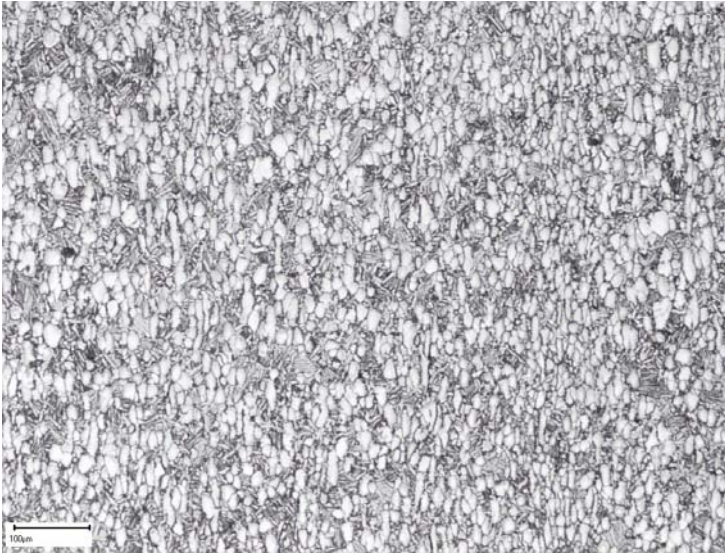
TOLERANCES : Largeur 0 / + 0,80 - 0 / + 0,20

BILLETTE	POSITION	LARGEUR		EPAISSEUR		CONCAVITE FACES	EPAISSEUR MINI	CONVEXITE CHANTS	FACES / CHANTS	// FACES *
		BARRE	TÊTE	BARRE	TÊTE					
BILLETTE 1	LAMINAGE : 3	BARRE 1-1	50,39	8,14	8,06	0,04	8,06	0,40 / 0,45	Conforme	0,01
		MILIEU	50,52	8,13	8,05	0,04	8,05	0,40 / 0,45	Conforme	0,01
		PIED	50,52	8,13	8,04	0,05	8,04	0,40 / 0,45	Conforme	0,01
BILLETTE 2	LAMINAGE : 1	BARRE 1-2	50,57	8,12	8,04	0,04	8,04	0,40 / 0,45	Conforme	0,00
		MILIEU	50,47	8,12	8,04	0,04	8,04	0,40 / 0,45	Conforme	0,00
		PIED	50,57	8,13	8,04	0,05	8,04	0,40 / 0,45	Conforme	0,00
BILLETTE 3	LAMINAGE : 2	BARRE 2-1	51,20	8,00	7,92	0,04	7,92	0,50 / 0,60	Conforme	0,02
		MILIEU	51,04	8,02	7,94	0,04	7,94	0,50 / 0,60	Conforme	0,02
		PIED	51,08	8,00	7,93	0,04	7,93	0,50 / 0,60	Conforme	0,00
	BARRE 2-2	50,98	8,02	7,94	0,04	7,94	0,50 / 0,60	Conforme	0,01	
	MILIEU	51,02	8,03	7,95	0,04	7,95	0,50 / 0,60	Conforme	0,01	
	PIED	51,14	8,05	7,96	0,05	7,96	0,50 / 0,60	Conforme	0,01	
	BARRE 3-1	50,61	8,15	8,05	0,05	8,05	0,40 / 0,45	Conforme	0,02	
	MILIEU	50,56	8,13	8,04	0,05	8,04	0,40 / 0,45	Conforme	0,02	
	PIED	50,53	8,17	8,05	0,06	8,05	0,40 / 0,45	Conforme	0,00	
BARRE 3-2	50,45	8,18	8,05	0,06	8,05	0,40 / 0,45	Conforme	0,00		
MILIEU	50,55	8,14	8,04	0,05	8,04	0,40 / 0,45	Conforme	0,00		
PIED	50,67	8,18	8,07	0,05	8,07	0,40 / 0,45	Conforme	0,01		

(*) ECART COTE D'EPAISSEUR ENTRE LES MESURES AUX BORDS

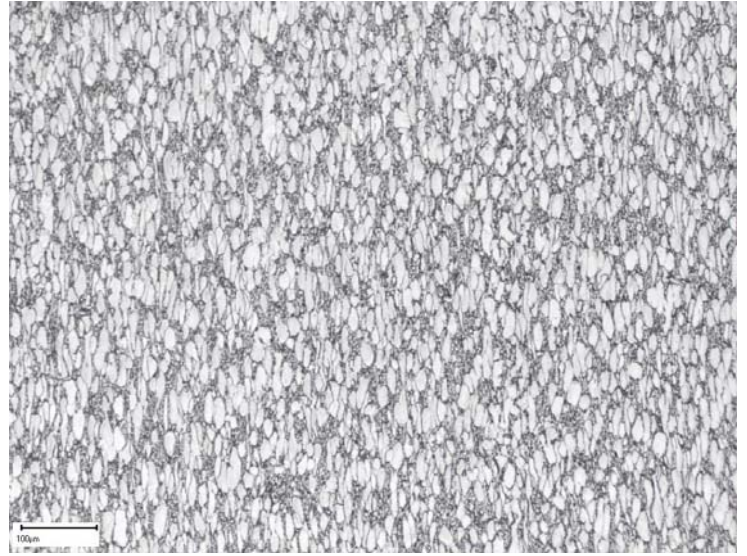
- VARIATION SUR LARGEUR :	BARRE 1-1 : 0,13	BARRE 2-1 : 0,16	BARRE 3-1 : 0,08
	BARRE 1-2 : 0,10	BARRE 2-2 : 0,16	BARRE 3-2 : 0,22
TOTAL	BARRE 1 : 0,18	BARRE 2 : 0,16	BARRE 3 : 0,22
- VARIATION SUR EPAISSEUR :	BARRE 1-1 : 0,01	BARRE 2-1 : 0,02	BARRE 3-1 : 0,04
	BARRE 1-2 : 0,01	BARRE 2-2 : 0,03	BARRE 3-2 : 0,04
TOTAL	BARRE 1 : 0,02	BARRE 2 : 0,05	BARRE 3 : 0,05

TA6V - Rond 104mm
Transformation Blooming + TRIO Ancizes à partir de R240mm
Température de chauffage 940°C
Microstructure en sens long à l'état naturel
sur plaquette prélevées en milieu de barre.



LL0055604 Repère 12

Centre x100



LL0055604 Repère 12

Périphérie x100

TA6V

Forgeage GFM - ERASTEEL-Champagnol du 11/05/2010

R101mm --> R50mm

Chauffage 5mn : 1102°C (1050°C pyromètre)

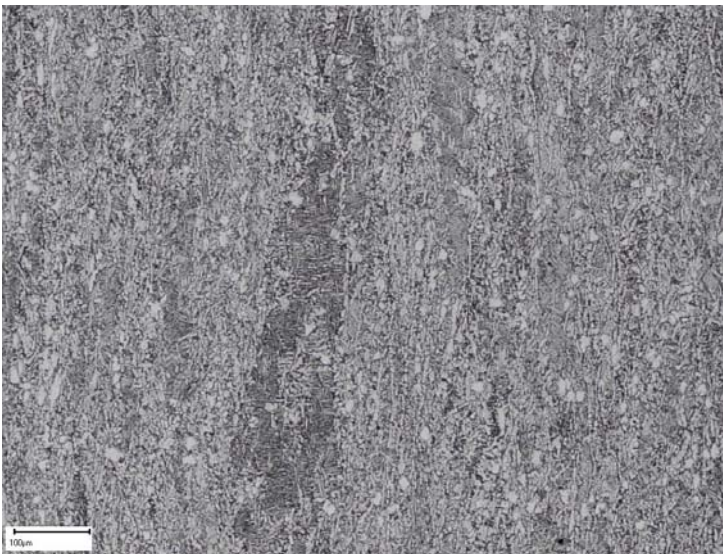
Microstructure en sens long sur extrémités de barre



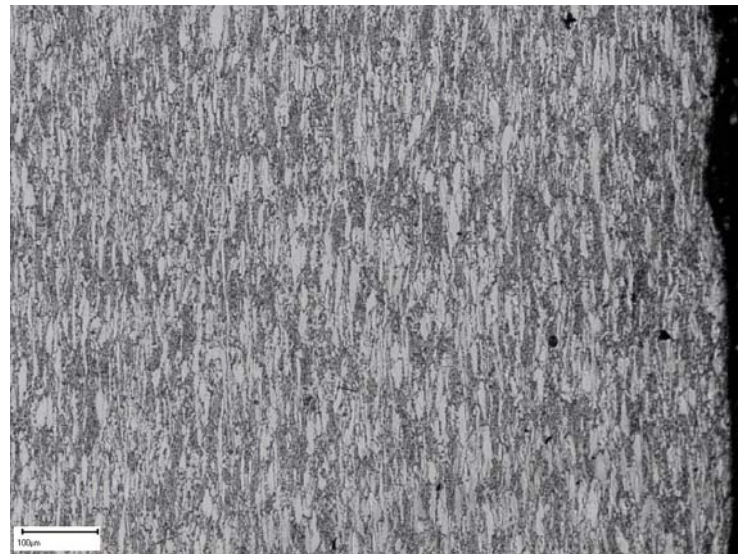
R50mm-1A centre long x100



R50mm-1A peau long x100

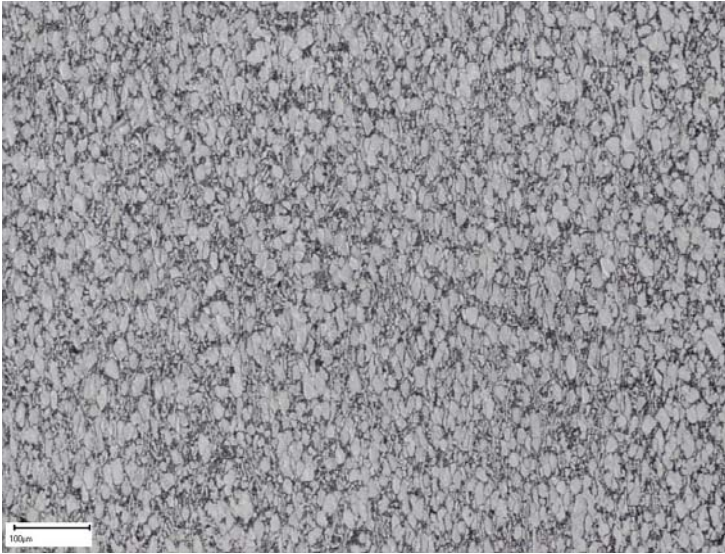


R50mm-1B centre long x100

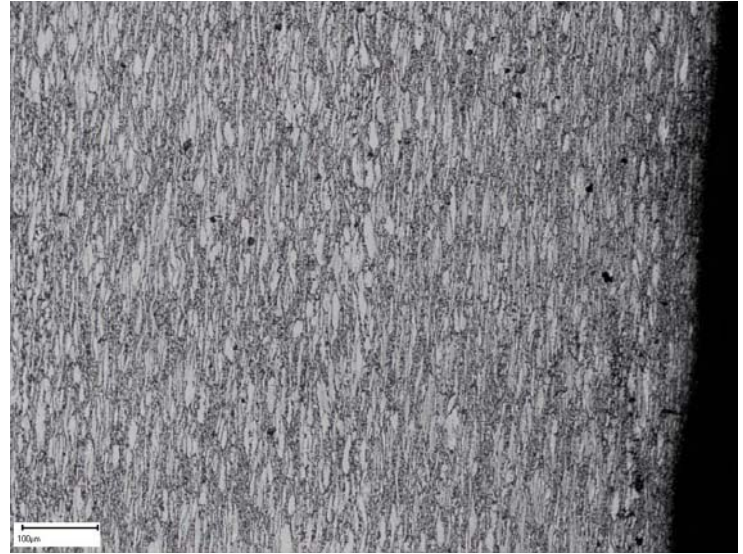


R50mm-1B peau long x100

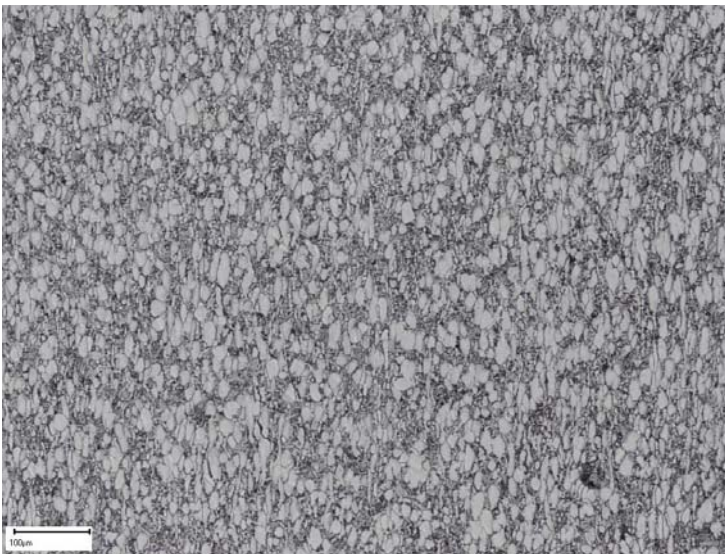
TA6V
Forgeage GFM - ERASTEEL-Champagnol du 11/05/2010
R101mm -> R50mm
Chauffage en 6mn : 948°C
Microstructure en sens long sur extrémités de barre



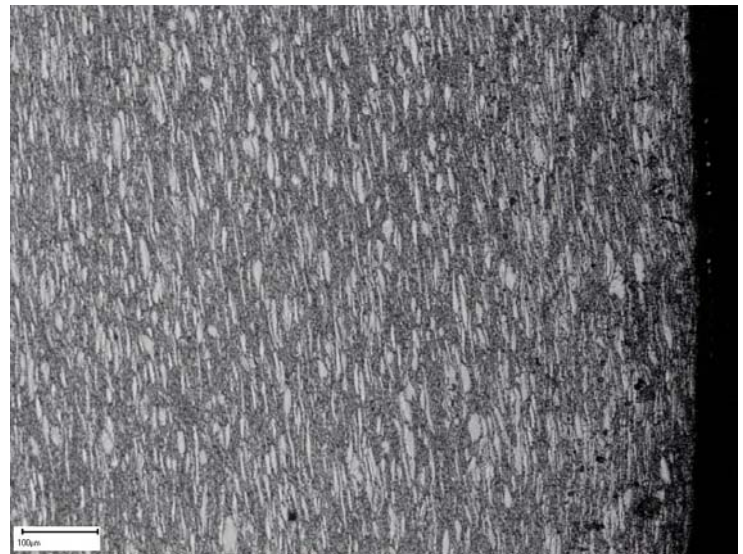
R50mm-2A centre long x100



R50mm-2A peau long x100

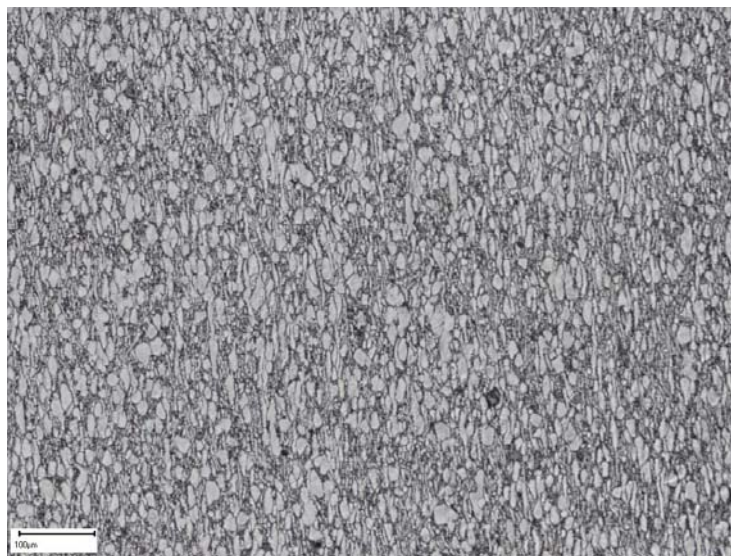


R50mm-2B centre long x100

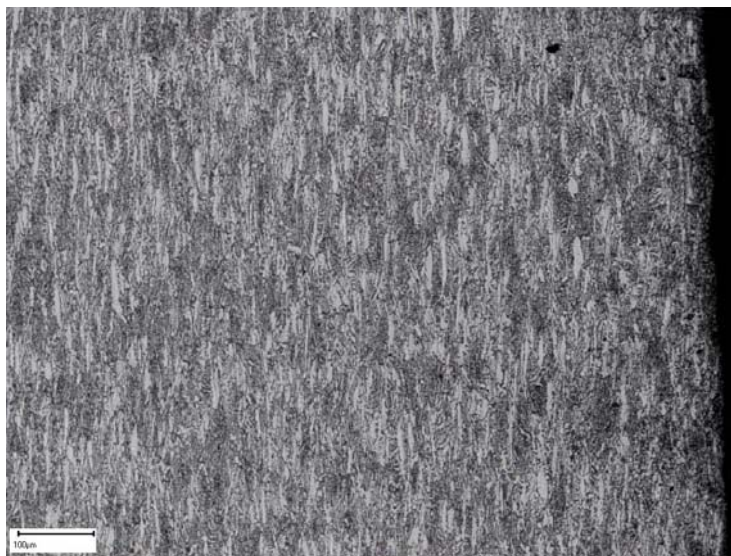


R50mm-2B peau long x100

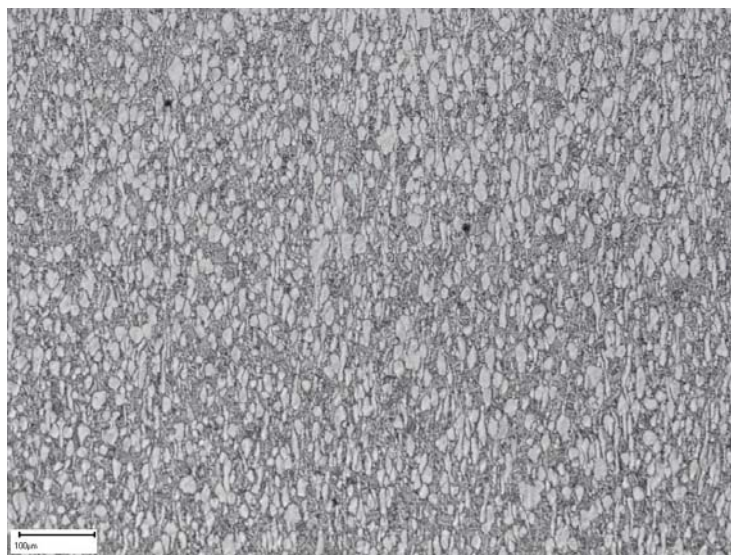
TA6V
Forgeage GFM - ERASTEEL-Champagnol du 11/05/2010
R101mm -> R50mm
Chauffage 6mn : 941°C
Microstructure en sens long sur extrémités de barre



R50mm-3A centre long x100



R50mm-3A peau long x100



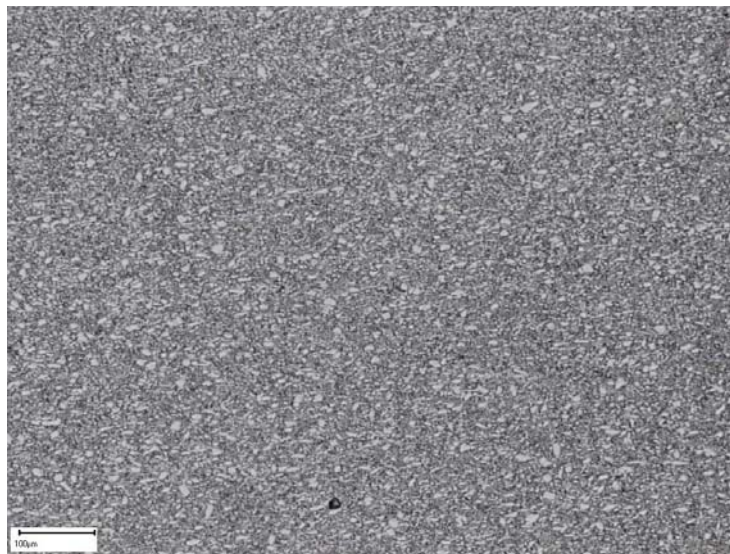
R50mm-3B centre long x100



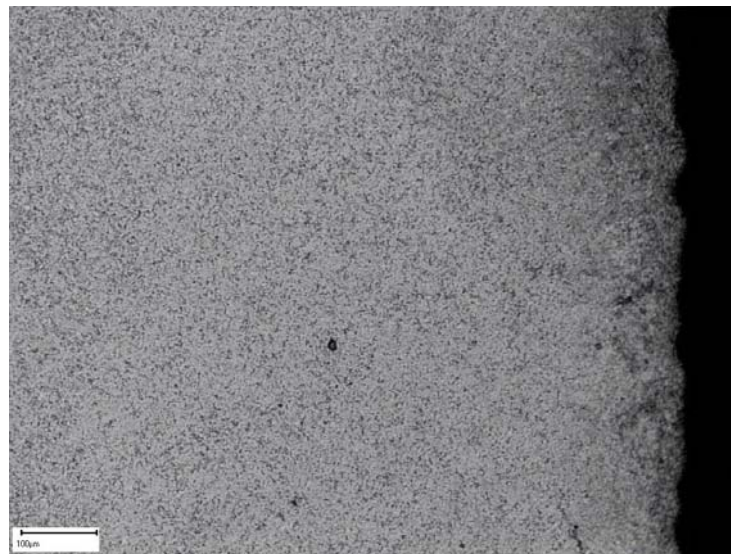
R50mm-3B peau long x100

TA6V

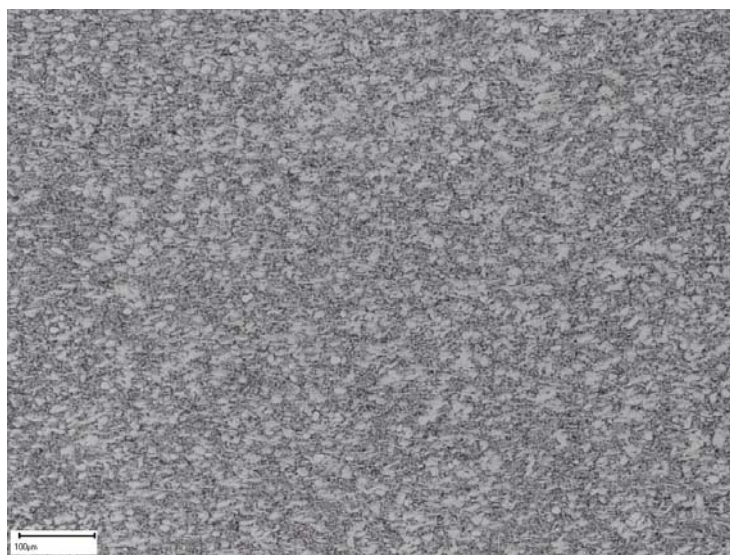
**Larget 50x8mm Repère 1 obtenu à partir de R50mm
Transformation ERASTEEL Champagnol du 11/05/2010
Microstructure sens travers à l'état naturel**



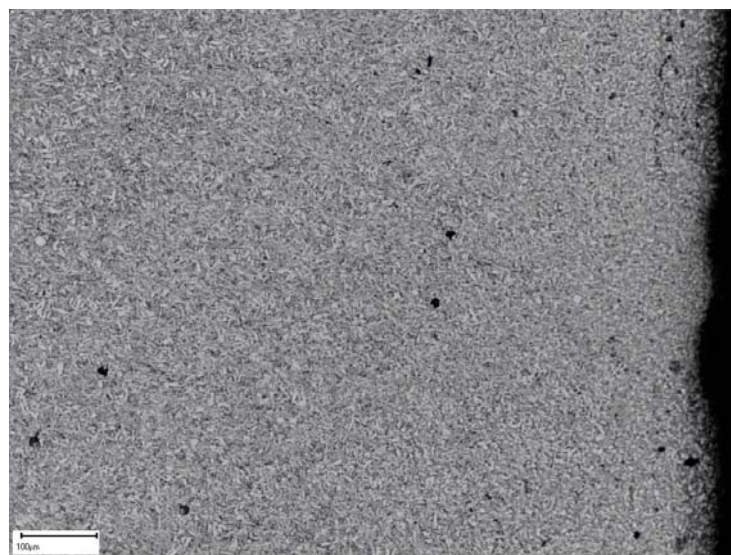
Repère 1 Extrémité A Cœur x100



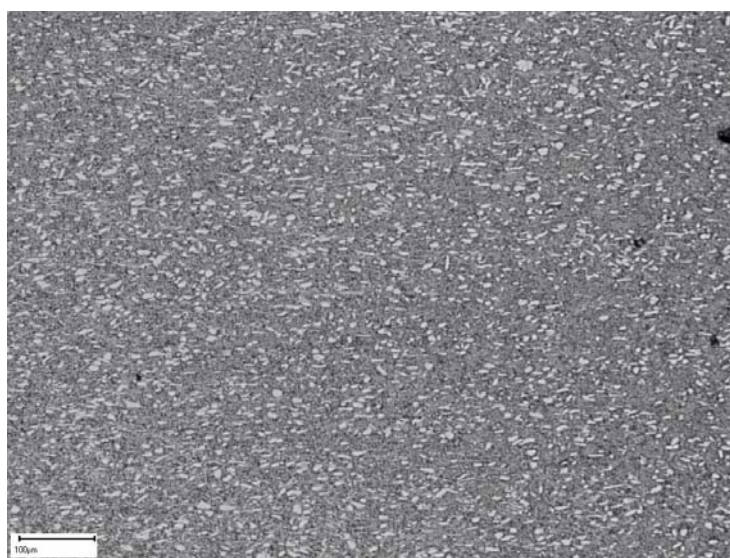
Repère 1 Extrémité A Peau x100



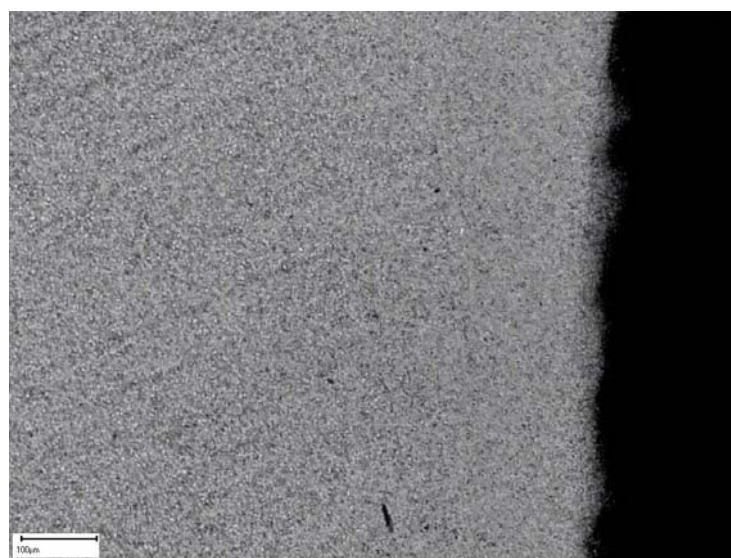
Repère 1 Milieu de barre Cœur x100



Repère 1 Milieu de barre Peau x100

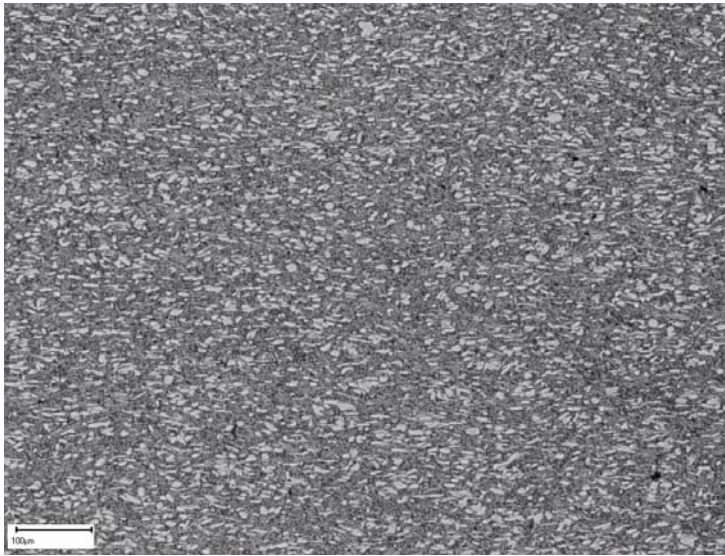


Repère 1 Extrémité B Cœur x100

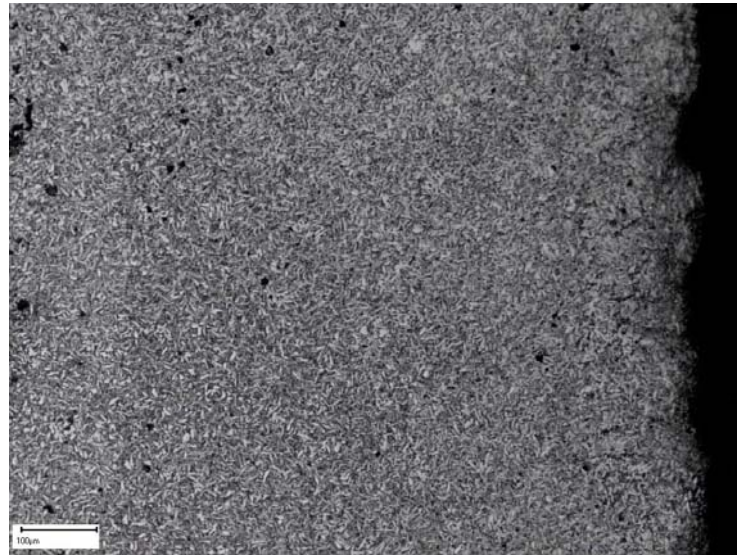


Repère 1 Extrémité B Peau x100

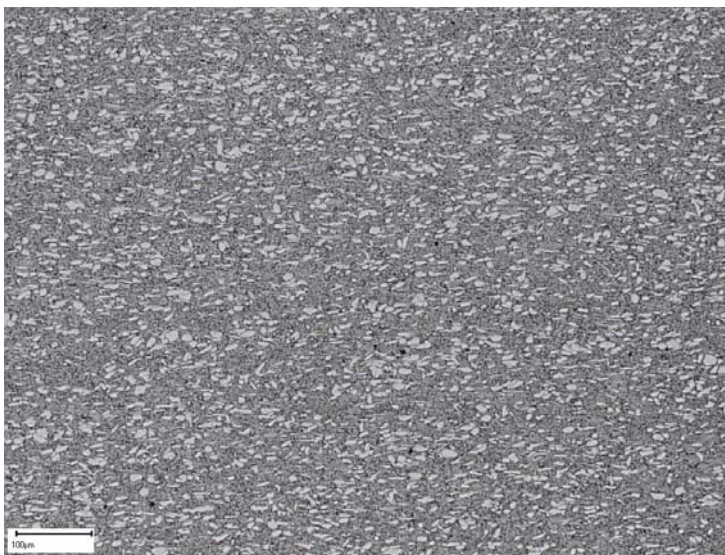
TA6V
Larget 50x8mm Repère 2 obtenu à partir de R50mm
Transformation ERASTEEL Champagnol du 11/05/2010
Microstructure sens travers à l'état naturel



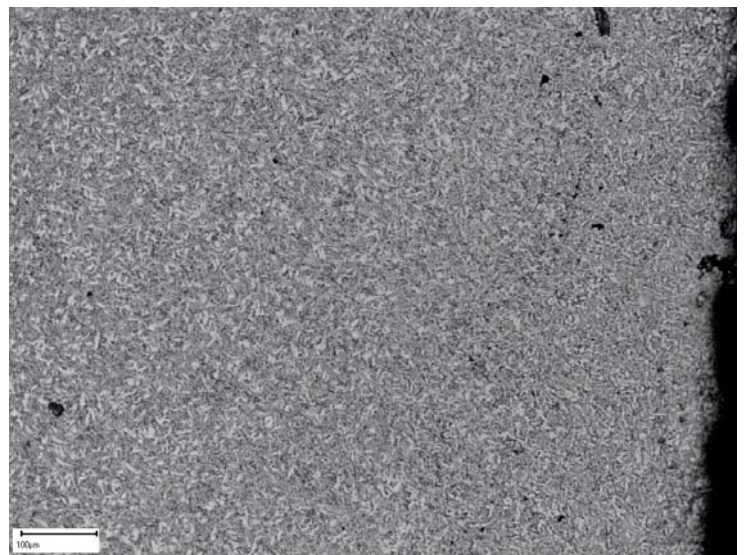
Repère 2 Extrémité A Coeur x100



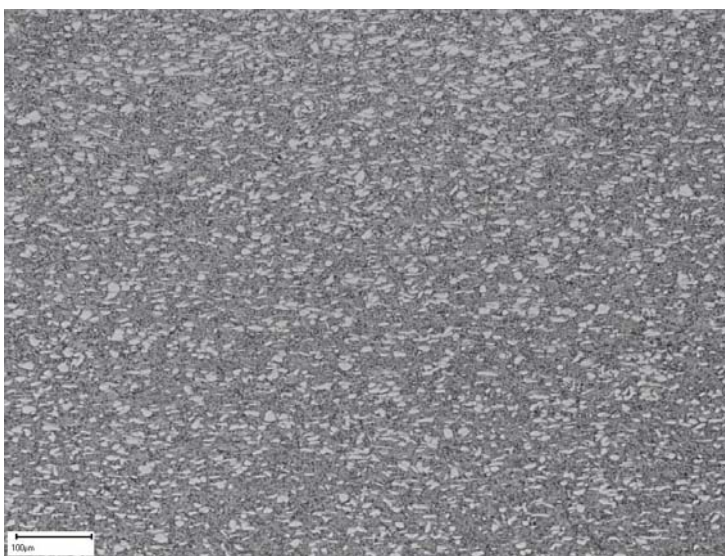
Repère Extrémité A Peau x100



Repère 2 Milieu de barre Coeur x100



Repère 2 Milieu de barre Peau x100

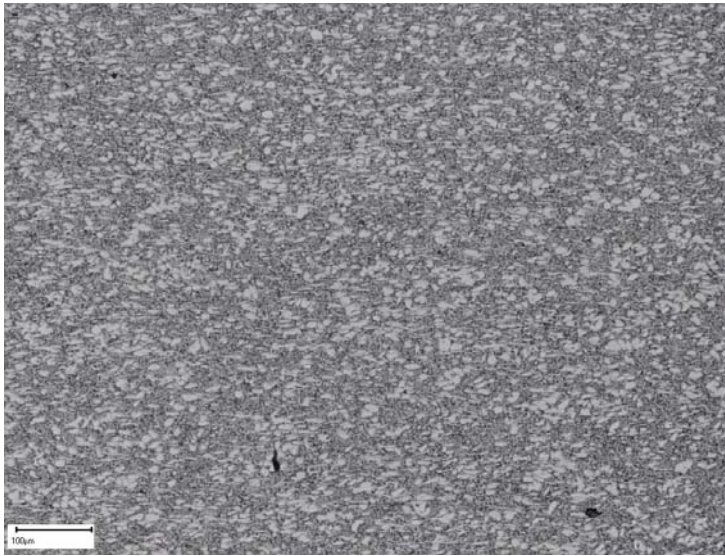


Repère 2 Extrémité B Coeur x100

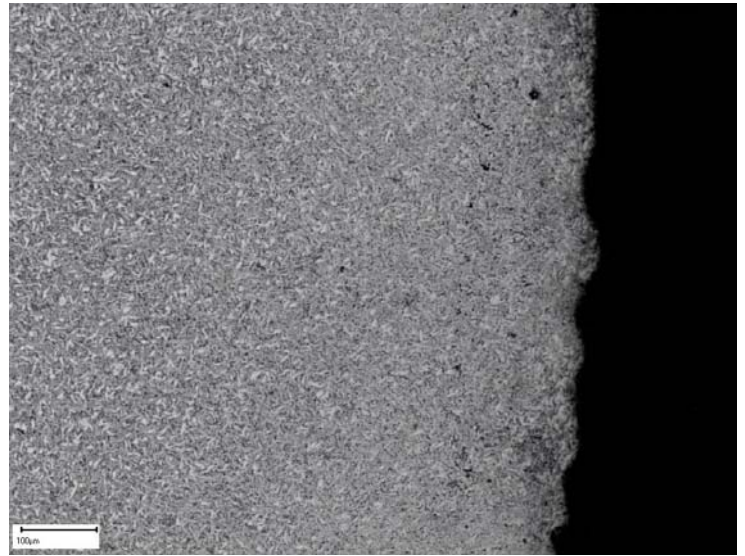


Repère 2 Extrémité B Peau x100

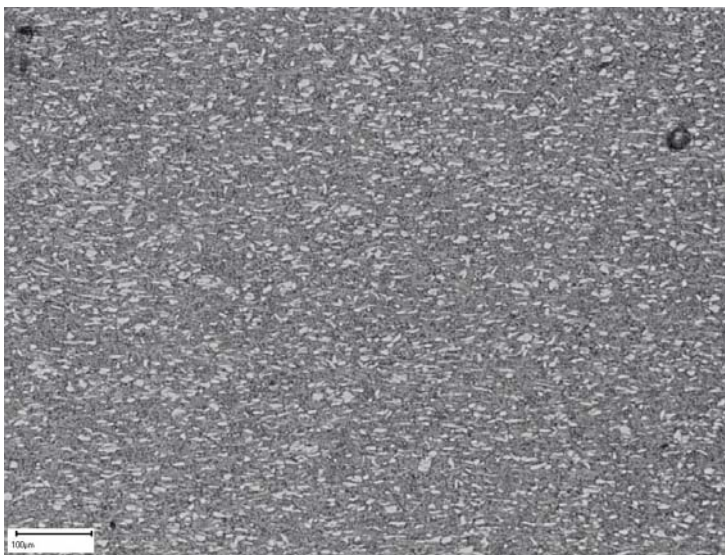
TA6V
Larget 50x8mm Repère 3 obtenu à partir de R50mm
Transformation ERASTEEL Champagnol du 11/05/2010
Microstructure sens travers à l'état naturel



Repère 3 Extrémité A Cœur x100



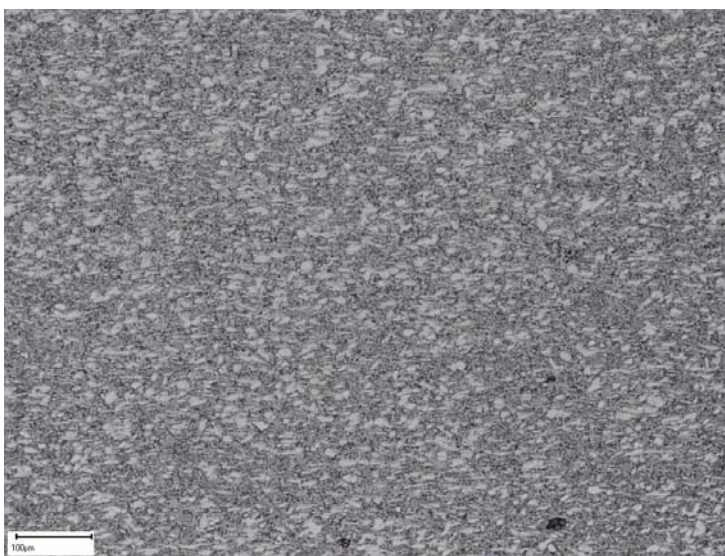
Repère 3 Extrémité A Peau x100



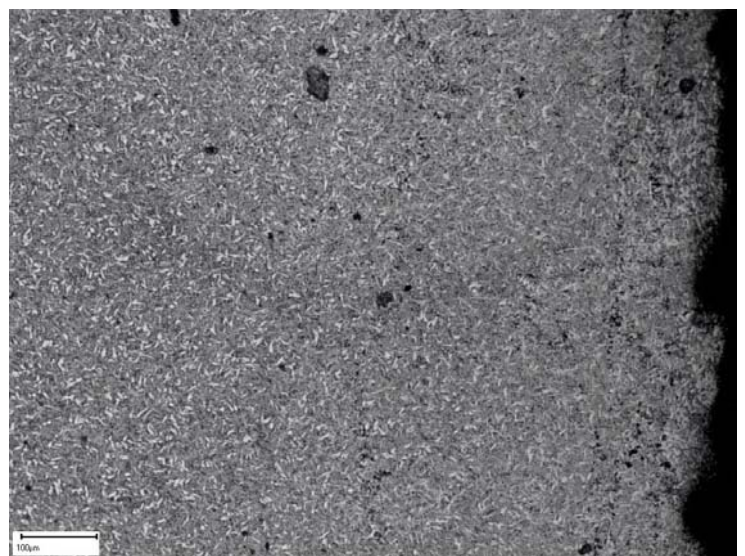
Repère 3 Milieu de barre Cœur x100



Repère 3 Milieu Peau x100



Repère 3 Extrémité B Cœur x100



Repère 3 Extrémité B Peau x100

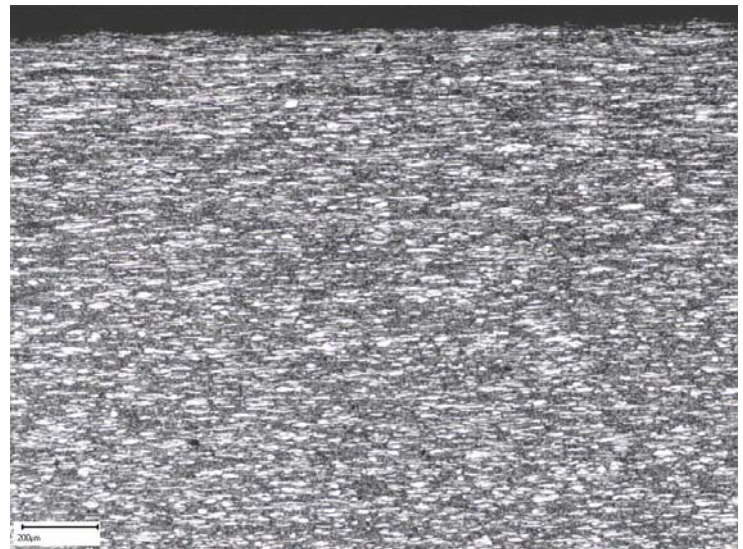
TA6V
Larget 50x8mm obtenu à partir de R50mm
Transformation ERASTEEL Champagnol du 11/05/2010
Microstructure sens long à l'état naturel



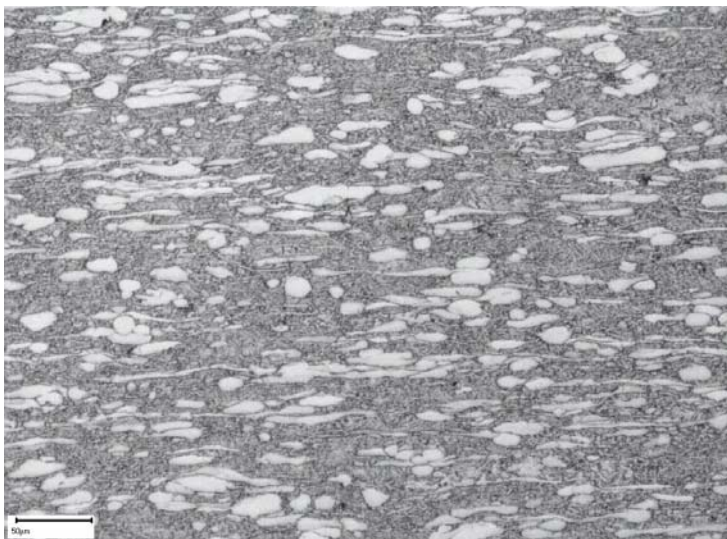
Repère 2 Extrémité A, coeur, x200



Repère 2 Milieu de barre, coeur, x200



Repère 2 Extrémité B, peau, x50

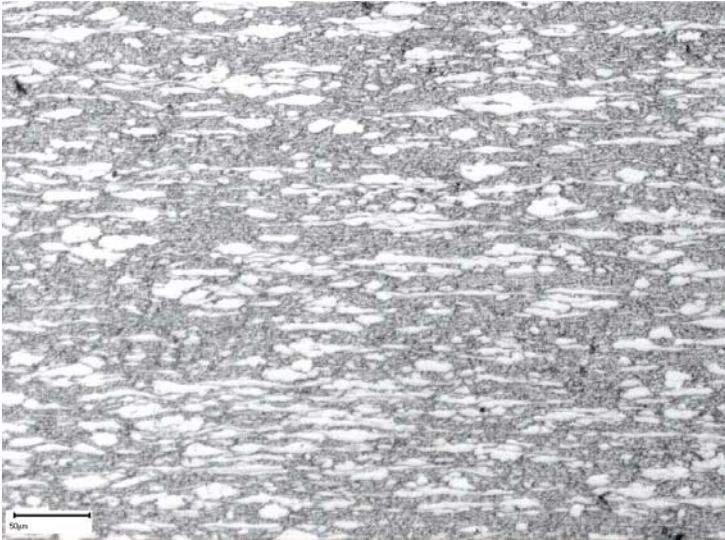


Repère 2 Extrémité B, coeur, x200



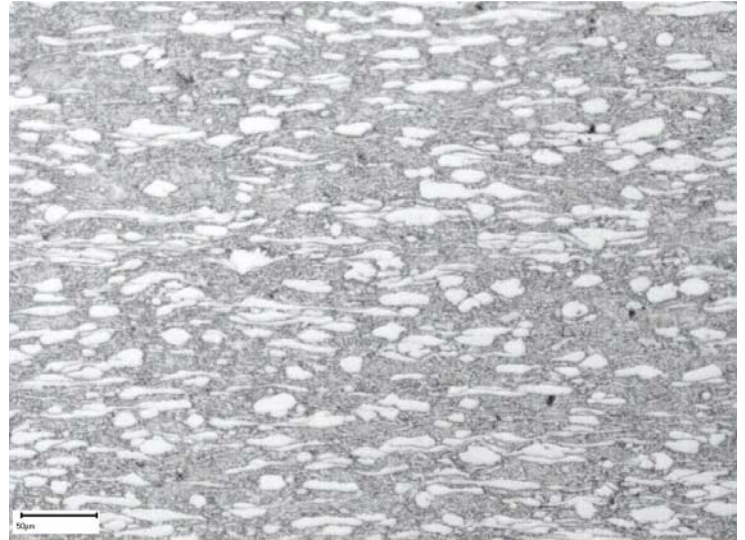
Repère 2 Extrémité B, peau, x200

TA6V
Larget 50x8mm obtenu à partir de R50mm
Transformation ERASTEEL Champagnol du 11/05/2010
Microstructure sens long à l'état naturel



Repère 1 Extrémité A, coeur,

x200



Repère 3 Extrémité A, coeur,

x200



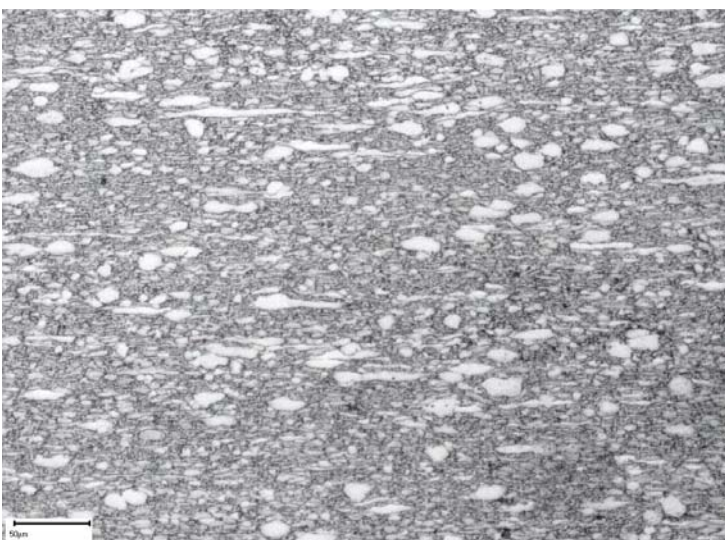
Repère 1 Milieu de barre, coeur,

x200



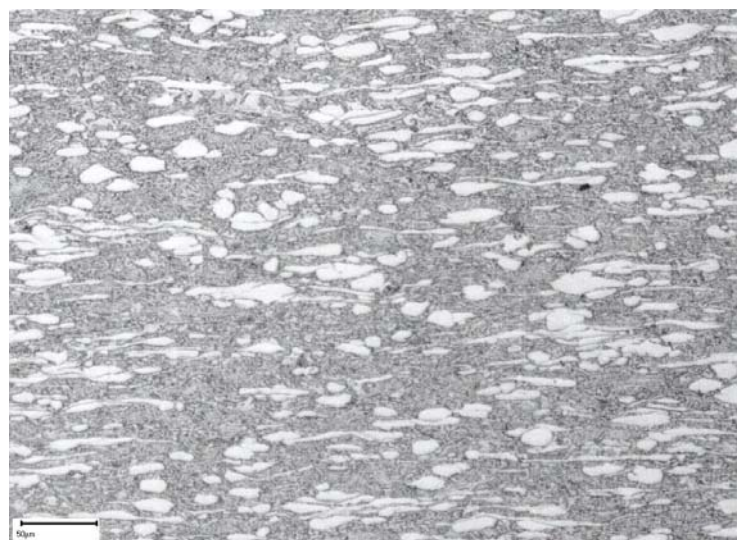
Repère 3 Milieu de barre, coeur,

x200



Repère 1 Extrémité B, coeur,

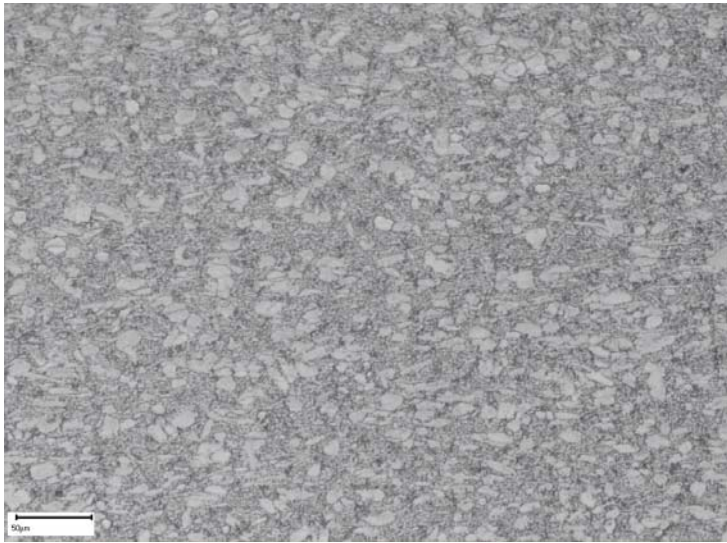
x200



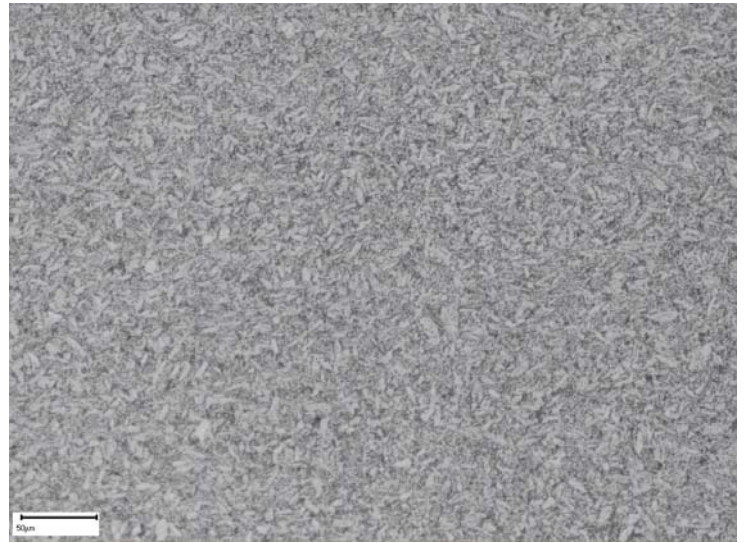
Repère 3 Extrémité B, coeur,

x200

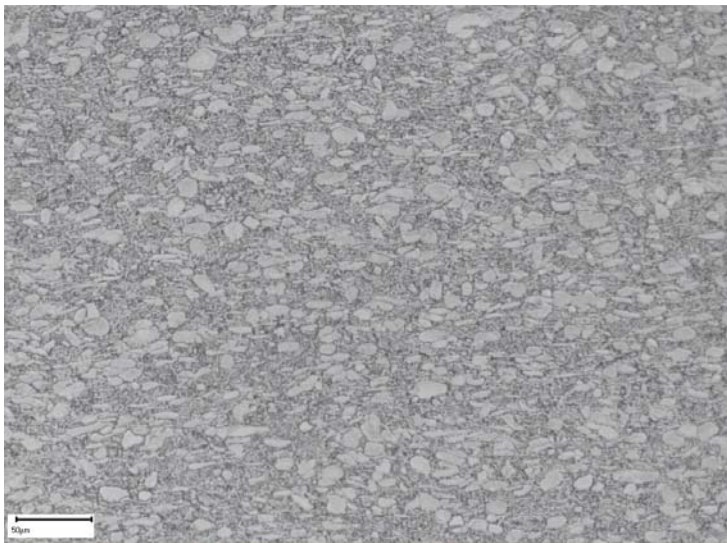
TA6V
Larget 50x8mm obtenu à partir de R50mm
Transformation ERASTEEL Champagnol du 11/05/2010
Etat traité 730°C/2h/Air
Microstructure sens travers



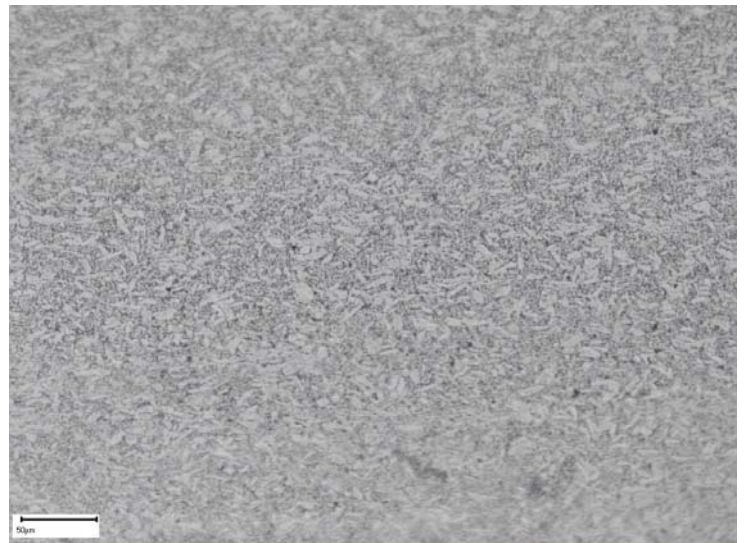
Milieu de barre repère 1 Cœur x200



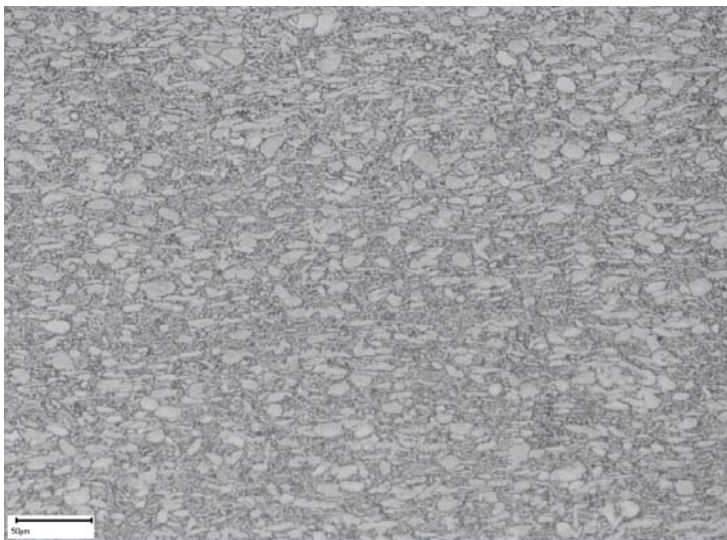
Milieu de barre repère 1 Périphérie x200



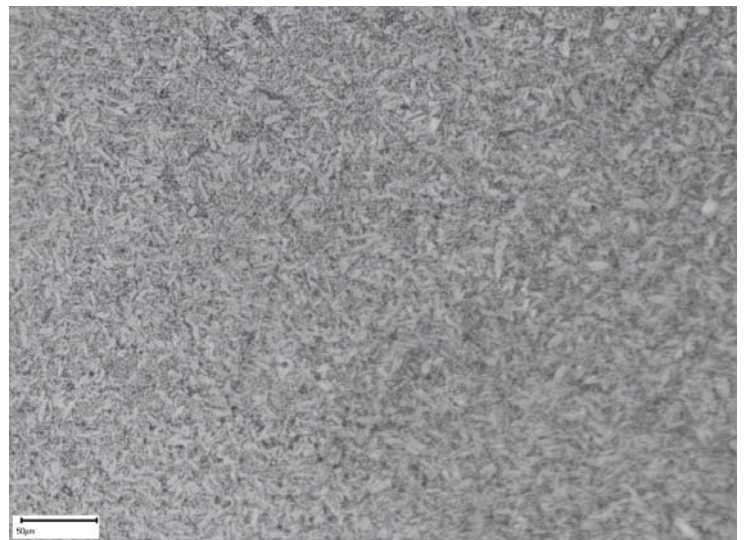
Milieu de barre repère 2 Cœur x200



Milieu de barre repère 2 Périphérie x200



Milieu de barre repère 3 Cœur x200



Milieu de barre repère 3 Périphérie x200