



AUBERT & DUVAL


Site des ANCIZES

Groupe RECHERCHE & DEVELOPPEMENT

OBJET :**TA6V****Laminage de billette Ø240mm en Ø104mm -****Gamme Blooming + Trio****Caractérisation de demi produit et modélisation****LAM3 de la gamme de transformation.****R A P P O R T D ' E T U D E****REFERENCE :** DRD/EG/JP/TC/10.069**CORRESPONDANT :** E . GEORGES**DATE D'EMISSION :** 8 juillet 2010**DEMANDE :****Projet 2A017****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 sur le blooming Ancizes pour la fabrication de rond 104mm à partir de billettes R240mm de provenance VMSPO et RTI.

Les principaux éléments de la gamme sont les suivants:

- Laminage en α/β après chauffage à 940°C
- Transformation sur Blooming Ancizes en R104.4mm
- OF LL0055604 2 billettes VSMPO coulée 822015193 repères 12 et 22
- OF LL0055605 1 billette RTI coulée 8520943B2A
- Ecroutage à Ø101mm dimension correspondant au produit de départ pour ERASTEEL.

L'une des problématiques de ces transformations réside dans la maîtrise des phénomènes d'échauffement adiabatique qui constituent un risque de dégradation des microstructures du produit de départ en cas de dépassement de la température de β transus.

C'est la raison pour laquelle des modélisations LAM3 ont été menées pour disposer de données concernant les évolutions thermiques au sein du produit en cours de la gamme de transformation.

Ce document regroupe les principaux résultats de modélisations ainsi que les éléments concernant les aspects structuraux obtenus sur les différentes billettes.

Conclusion

Les aspects structuraux favorables révélés sur les trois billettes examinées indiquent que la gamme blooming définie permet de garantir la transformation sans dégradation notable des microstructures.

Nous disposons à présent d'éléments en terme de modélisation et de validation sur produit qui doivent nous permettre d'adapter et de proposer une gamme pour un demi produit de départ de section plus importante provenant des fabrications UKAD.

DESTINATAIRE(S) : Jean Noel Locquet – Marc Decronsonnière - Jean Claude Vigier
Patrick Delaborde - Christian Dumont

REPERES DE CLASSEMENT : 2A018

Visa du
responsable d'Etude :




Site des ANCIZES

Groupe RECHERCHE & DEVELOPPEMENT

OBJET :

TA6V

Laminage de billette Ø240mm en Ø104mm -
Gamme Blooming + TrioCaractérisation de demi produit et modélisation
LAM3 de la gamme de transformation.**R A P P O R T D ' E T U D E****REFERENCE** : DRD/EG/JP/TC/10.069**CORRESPONDANT** : E. GEORGES**DATE D'EMISSION** : 8 juillet 2010**DEMANDE** :

Projet 2A017

I - 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 sur le blooming Ancizes pour la fabrication de rond 104mm à partir de billettes R240mm de provenance VMSPO et RTI.

Les principaux éléments de la gamme sont les suivants:

- Laminage en α/β après chauffage à 940°C
- Transformation sur Blooming Ancizes en R104.4mm
- OF LL0055604 2 billettes VSMPO coulée 822015193 repères 12 et 22
- OF LL0055605 1 billette RTI coulée 8520943B2A
- Ecroutage à Ø101mm dimension correspondant au produit de départ pour ERASTEEL.

L'une des problématiques de ces transformations réside dans la maîtrise des phénomènes d'échauffement adiabatique qui constituent un risque de dégradation des microstructures du produit de départ en cas de dépassement de la température de β transus.

C'est la raison pour laquelle des modélisations LAM3 ont été menées pour disposer de données concernant les évolutions thermiques au sein du produit en cours de la gamme de transformation.

Ce document regroupe les principaux résultats de modélisations ainsi que les éléments concernant les aspects structuraux obtenus sur les différentes billettes.

2 – Gamme de transformation

Au cours de la transformation des relevés de temps et température de surface ont été réalisés à différentes étapes de la séquence. Ces données sont présentés dans le tableau de l'annexe 1.

Les modélisations ont ainsi pu être menées dans des conditions représentatives des conditions industrielles en respectant les temps interpassee entre chaque déformation sous les cylindres.

DESTINATAIRE(S) : Jean Noel Locquet – Marc Decronsonnière - Jean Claude Vigier, Patrick Delaborde
Christian Dumont

REPERES DE CLASSEMENT : 2A017

Visa du
responsable d'Etude :

3 - Structures sur produit Ø104mm

→ Macrographie

Les macrographies en sens travers (cf. annexe 2) mettent évidence la présence de micro-replis de laminage de profondeur limitée, dont nous attribuons l'origine, compte tenu de leur répartition sur la périphérie, aux angles du carré issu du blooming lors du passage dans le pré-ovale à la trio.

Ces examens révèlent également une légère excentration sur le repère 2 dû à un décalage des cylindres probablement relation avec un versage de l'ovale.

Sur le plan structural les aspects apparaissent relativement fin et homogène, et ne laissent entrevoir aucune zone granulaire plus grossière qui serait révélatrice d'un passage au delà de la température de β transus.

L'attaque met en évidence quelques ségrégations annulaires.

→ Micrographie

La caractérisation microstructurale de ces fabrications a pour but de s'étalonner par rapport au référentiel de structures type de la publication ETTC2.

Les examens sont réalisés en sens long à l'état brut de laminage (cf. annexes 3a et 3b)

Par rapport aux figures de la publication ETTC 2 :

- A cœur, la microstructure peut être assimilée à un aspect compris 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 Figure C1 et C3. La tendance C3 étant en relation avec l'aspect plus étiré des nodules de phase α primaire.

Ces aspects microstructuraux apparaissent satisfaisants.

La présence d'une proportion importante de phase alpha primaire indique qu'aucune zone de la barre n'a dépassé la température de β transus en cours de transformation et que la séquence blooming définie se révèle plutôt bien adaptée.

4 - Résultats de modélisation

La séquence modélisée ainsi que le taux de réduction à chaque passage entre les cylindres sont présentés en annexe 4.

Les modélisations ont été calées de façon à reproduire le déroulement de la séquence de l'OF 55604, fabrication par laquelle la durée de laminage a été la plus courte (cf. annexe 1).

Le suivi de l'évolution de température de différents capteurs répartis sur toute la section montre une augmentation progressive de la température à cœur jusqu'à la passe 16 suivie d'une stabilisation et d'une décroissance jusqu'à la fin de la séquence (cf. annexe 5)

Cette transition correspond à une section carrée de 150mm.

Ces modélisations révèlent un échauffement de l'ordre de 40°C par rapport à la température initiale de 940°C, insuffisant pour franchir la température de β transus.

La température maximale admissible peut de surcroît être rehaussée de 5 à 10°C par rapport à la température de β transus caractérisée après maintien de 1h, si les durées de séjour dans ce domaine de température n'excèdent pas quelques minutes.

Ces résultats corroborent les examens microstructuraux.

Par rapport aux mesures de température effectuées au pyromètre optique en peau de bloom au cours de la transformation, nous constatons un décalage de l'ordre de 20 à 25°C avec les valeurs calculées, sans que l'on puisse affirmer avec certitude que l'une ou l'autre des données puisse faire foi.

Les évolutions générales au cours du temps sont similaires et permettent de valider la tendance évoquée précédemment concernant la section de 150mm pour laquelle la température commence à chuter.

Le cumul des déformations présenté en annexe 7 met en évidence 4 zones situées en périphérie du produit pour lesquelles la déformation est plus importante. Ces zones de concentration sont liées en grande partie à la déformation appliquée au niveau des angles du bloom lors du passage dans les cannelures pré-ovale et ovale à la cage trio.

5- Conclusion

Les aspects structuraux favorables révélés sur les trois billettes examinées indiquent que la gamme blooming définie permet de garantir la transformation sans dégradation notable des microstructures.

Nous disposons à présent d'éléments en terme de modélisation et de validation sur produit qui doivent nous permettre d'adapter et de proposer une gamme pour un demi produit de départ de section plus importante provenant des fabrications UKAD.



AUBERT & DUVAL


Site des ANCIZES

Groupe RECHERCHE & DEVELOPPEMENT

OBJET :**TA6V****Laminage de billette Ø240mm en Ø104mm -****Gamme Blooming + Trio****Caractérisation de demi produit et modélisation****LAM3 de la gamme de transformation.****R A P P O R T D ' E T U D E****REFERENCE :** DRD/EG/JP/TC/10.069**CORRESPONDANT :** E . GEORGES**DATE D'EMISSION :** 8 juillet 2010**DEMANDE :****Projet 2A017****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 sur le blooming Ancizes pour la fabrication de rond 104mm à partir de billettes R240mm de provenance VMSPO et RTI.

Les principaux éléments de la gamme sont les suivants:

- Laminage en α/β après chauffage à 940°C
- Transformation sur Blooming Ancizes en R104.4mm
- OF LL0055604 2 billettes VSMPO coulée 822015193 repères 12 et 22
- OF LL0055605 1 billette RTI coulée 8520943B2A
- Ecroutage à Ø101mm dimension correspondant au produit de départ pour ERASTEEL.

L'une des problématiques de ces transformations réside dans la maîtrise des phénomènes d'échauffement adiabatique qui constituent un risque de dégradation des microstructures du produit de départ en cas de dépassement de la température de β transus.

C'est la raison pour laquelle des modélisations LAM3 ont été menées pour disposer de données concernant les évolutions thermiques au sein du produit en cours de la gamme de transformation.

Ce document regroupe les principaux résultats de modélisations ainsi que les éléments concernant les aspects structuraux obtenus sur les différentes billettes.

Conclusion

Les aspects structuraux favorables révélés sur les trois billettes examinées indiquent que la gamme blooming définie permet de garantir la transformation sans dégradation notable des microstructures.

Nous disposons à présent d'éléments en terme de modélisation et de validation sur produit qui doivent nous permettre d'adapter et de proposer une gamme pour un demi produit de départ de section plus importante provenant des fabrications UKAD.

DESTINATAIRE(S) : Jean Noel Locquet – Marc Decronsonnière - Jean Claude Vigier
Patrick Delaborde - Christian Dumont

REPERES DE CLASSEMENT : 2A018

Visa du
responsable d'Etude :




Site des ANCIZES

Groupe RECHERCHE & DEVELOPPEMENT

OBJET :

TA6V

Laminage de billette Ø240mm en Ø104mm -
Gamme Blooming + TrioCaractérisation de demi produit et modélisation
LAM3 de la gamme de transformation.**R A P P O R T D ' E T U D E****REFERENCE** : DRD/EG/JP/TC/10.069**CORRESPONDANT** : E. GEORGES**DATE D'EMISSION** : 8 juillet 2010**DEMANDE** :

Projet 2A017

I - 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 sur le blooming Ancizes pour la fabrication de rond 104mm à partir de billettes R240mm de provenance VMSPO et RTI.

Les principaux éléments de la gamme sont les suivants:

- Laminage en α/β après chauffage à 940°C
- Transformation sur Blooming Ancizes en R104.4mm
- OF LL0055604 2 billettes VSMPO coulée 822015193 repères 12 et 22
- OF LL0055605 1 billette RTI coulée 8520943B2A
- Ecroutage à Ø101mm dimension correspondant au produit de départ pour ERASTEEL.

L'une des problématiques de ces transformations réside dans la maîtrise des phénomènes d'échauffement adiabatique qui constituent un risque de dégradation des microstructures du produit de départ en cas de dépassement de la température de β transus.

C'est la raison pour laquelle des modélisations LAM3 ont été menées pour disposer de données concernant les évolutions thermiques au sein du produit en cours de la gamme de transformation.

Ce document regroupe les principaux résultats de modélisations ainsi que les éléments concernant les aspects structuraux obtenus sur les différentes billettes.

2 – Gamme de transformation

Au cours de la transformation des relevés de temps et température de surface ont été réalisés à différentes étapes de la séquence. Ces données sont présentés dans le tableau de l'annexe 1.

Les modélisations ont ainsi pu être menées dans des conditions représentatives des conditions industrielles en respectant les temps interpassee entre chaque déformation sous les cylindres.

DESTINATAIRE(S) : Jean Noel Locquet – Marc Decronsonnière - Jean Claude Vigier, Patrick Delaborde
Christian Dumont

REPERES DE CLASSEMENT : 2A017

Visa du
responsable d'Etude :

3 - Structures sur produit Ø104mm

→ Macrographie

Les macrographies en sens travers (cf. annexe 2) mettent évidence la présence de micro-replis de laminage de profondeur limitée, dont nous attribuons l'origine, compte tenu de leur répartition sur la périphérie, aux angles du carré issu du blooming lors du passage dans le pré-ovale à la trio.

Ces examens révèlent également une légère excentration sur le repère 2 dû à un décalage des cylindres probablement relation avec un versage de l'ovale.

Sur le plan structural les aspects apparaissent relativement fin et homogène, et ne laissent entrevoir aucune zone granulaire plus grossière qui serait révélatrice d'un passage au delà de la température de β transus.

L'attaque met en évidence quelques ségrégations annulaires.

→ Micrographie

La caractérisation microstructurale de ces fabrications a pour but de s'étalonner par rapport au référentiel de structures type de la publication ETTC2.

Les examens sont réalisés en sens long à l'état brut de laminage (cf. annexes 3a et 3b)

Par rapport aux figures de la publication ETTC 2 :

- A cœur, la microstructure peut être assimilée à un aspect compris 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 Figure C1 et C3. La tendance C3 étant en relation avec l'aspect plus étiré des nodules de phase α primaire.

Ces aspects microstructuraux apparaissent satisfaisants.

La présence d'une proportion importante de phase alpha primaire indique qu'aucune zone de la barre n'a dépassé la température de β transus en cours de transformation et que la séquence blooming définie se révèle plutôt bien adaptée.

4 - Résultats de modélisation

La séquence modélisée ainsi que le taux de réduction à chaque passage entre les cylindres sont présentés en annexe 4.

Les modélisations ont été calées de façon à reproduire le déroulement de la séquence de l'OF 55604, fabrication par laquelle la durée de laminage a été la plus courte (cf. annexe 1).

Le suivi de l'évolution de température de différents capteurs répartis sur toute la section montre une augmentation progressive de la température à cœur jusqu'à la passe 16 suivie d'une stabilisation et d'une décroissance jusqu'à la fin de la séquence (cf. annexe 5)

Cette transition correspond à une section carrée de 150mm.

Ces modélisations révèlent un échauffement de l'ordre de 40°C par rapport à la température initiale de 940°C, insuffisant pour franchir la température de β transus.

La température maximale admissible peut de surcroît être rehaussée de 5 à 10°C par rapport à la température de β transus caractérisée après maintien de 1h, si les durées de séjour dans ce domaine de température n'excèdent pas quelques minutes.

Ces résultats corroborent les examens microstructuraux.

Par rapport aux mesures de température effectuées au pyromètre optique en peau de bloom au cours de la transformation, nous constatons un décalage de l'ordre de 20 à 25°C avec les valeurs calculées, sans que l'on puisse affirmer avec certitude que l'une ou l'autre des données puisse faire foi.

Les évolutions générales au cours du temps sont similaires et permettent de valider la tendance évoquée précédemment concernant la section de 150mm pour laquelle la température commence à chuter.

Le cumul des déformations présenté en annexe 7 met en évidence 4 zones situées en périphérie du produit pour lesquelles la déformation est plus importante. Ces zones de concentration sont liées en grande partie à la déformation appliquée au niveau des angles du bloom lors du passage dans les cannelures pré-ovale et ovale à la cage trio.

5- Conclusion

Les aspects structuraux favorables révélés sur les trois billettes examinées indiquent que la gamme blooming définie permet de garantir la transformation sans dégradation notable des microstructures.

Nous disposons à présent d'éléments en terme de modélisation et de validation sur produit qui doivent nous permettre d'adapter et de proposer une gamme pour un demi produit de départ de section plus importante provenant des fabrications UKAD.

TA6V – Transformation Blooming + Trio
de demi-produit Ø240mm en Ø104mm

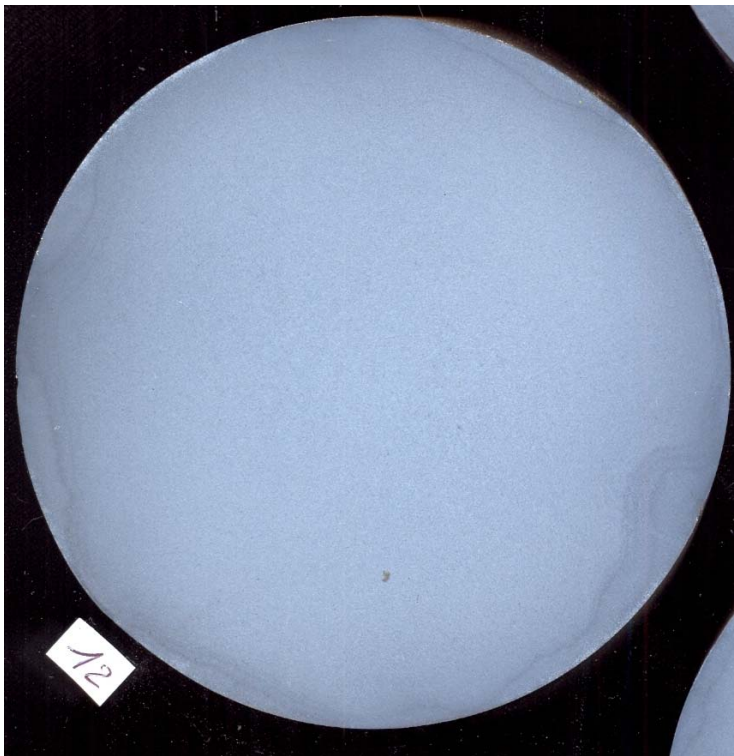
Relevés temps-température

	Ofs				
	LL0055604				LL0055605
	VSMPO		VSMPO		RTI
	1ère Eb.		2ème Eb.		1ère Eb.
	Repère 12		Repère 22		Repère 2
Passes Bl.	Relevé de T°				
transfert	Temps 1mn10s	T°C			1mn07s
1		790		800	765
2		798		844	851
3	1mn30s	860		862	1mn24s 855
4		840		873	869
5		890		893	873
6		889		884	880
7	1mn50s	879		888	1mn49s 884
8		889		876	888
9		869		881	887
10		800		879	880
11	2mn30s	891		882	2mn14s 887
12		781		878	880
13	2mn49s	872		858	2mn30s 885
14		871		868	900
15	3mn05s	892		876	2mn47s 887
16		884		855	900
17	3mn25s	886		928	3mn07s 890
18		880		838	894
19	3mn45s	888		862	3mn24s 889
20		878		864	895
21	4mn	882		860	3mn40s 887
22		877		859	893
23	4mn18s	887		875	4mn08s 875
24		880		850	890
25	4mn35s	876		885	4mn34s 875
26		868		876	
27	5mn10s	883		880	
28				873	
29				869	
Cisaille					
Début Trio	6mn			870°	5mn33 862°
POV		830°			
OV		830°		875°	853°
Fin Trio	7mn	836°		855°	6mn20s 860°

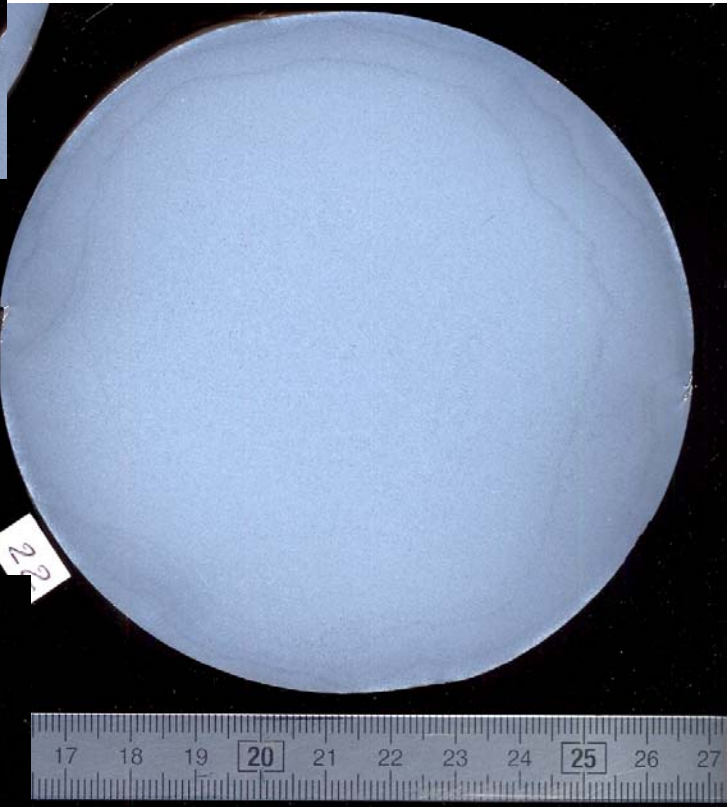


Séquence retenue pour la modélisation LAM3

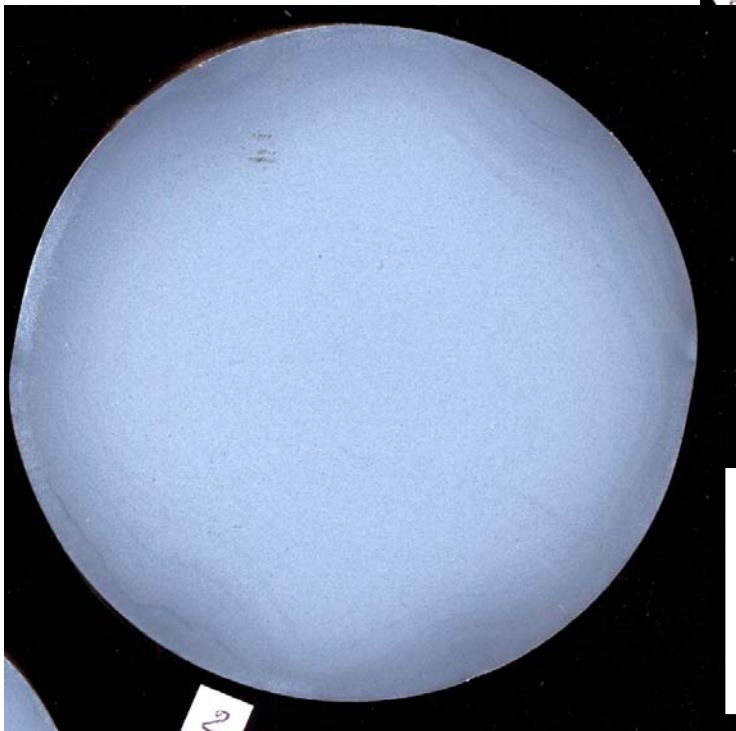
Aspects macrostructuraux sur en Ø104mm



LL55604 - 12 -VSMPO
Géométrie correcte
Micro repli au niveau du plan de joint

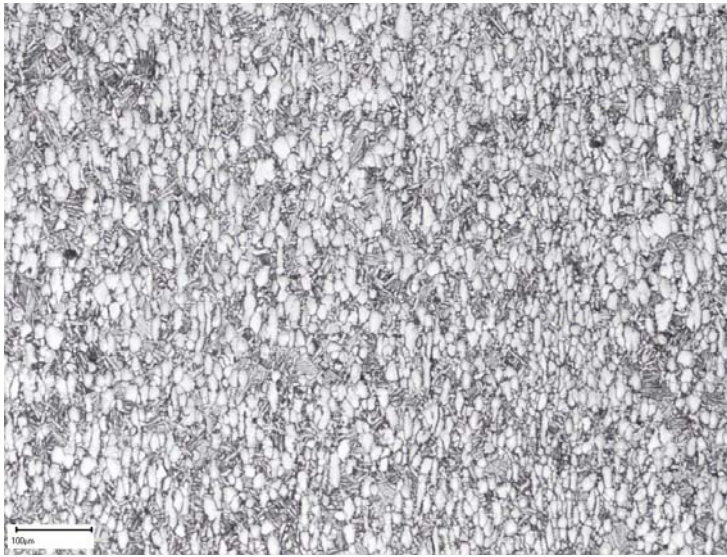


LL55604 - 22 -VSMPO
Géométrie décalée (versage)
2 replis de laminage diamétralement opposé correspondant aux angles du carré, formés lors de l'introduction dans l'ovale



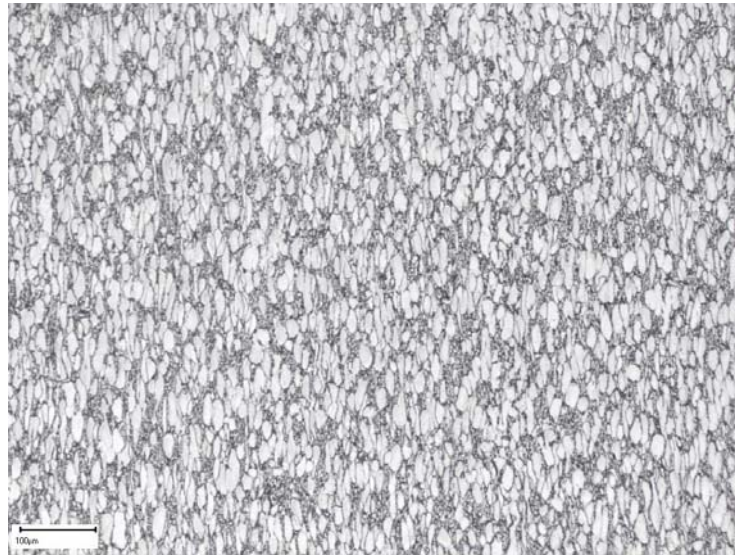
LL55605 - 2 -RTI
Géométrie décalée (versage)

TA6V - Rond 104mm
Transformation Blooming + Trio Ancizes à partir de Rond 240mm
Température de chauffage 940°C
Microstructure en sens long à l'état naturel
sur plaquettes prélevées en milieu de barre.



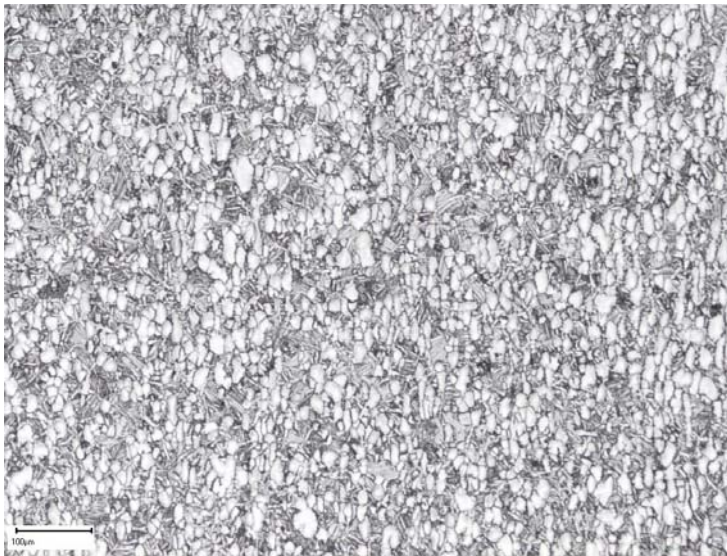
LL0055604 Repère 12

Centre x100



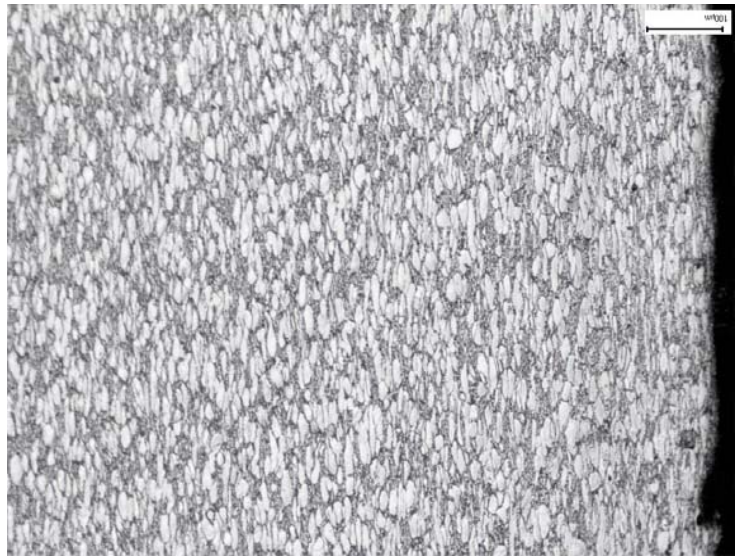
LL0055604 Repère 12

Périphérie x100



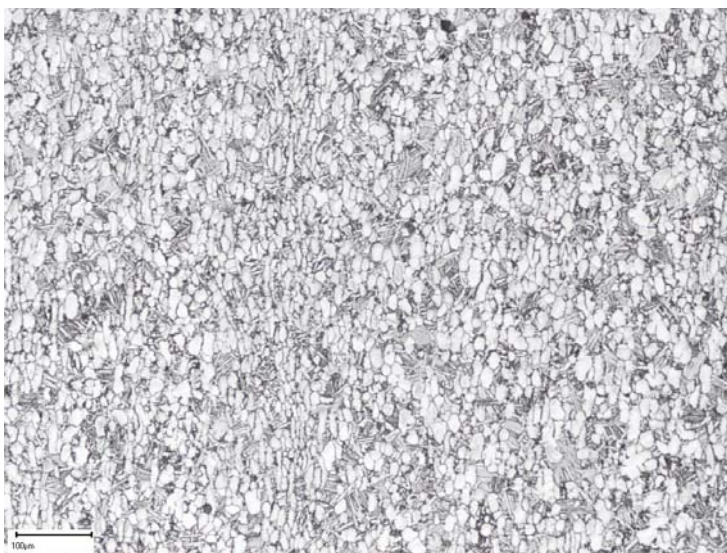
LL0055604 Repère 22

Centre x100



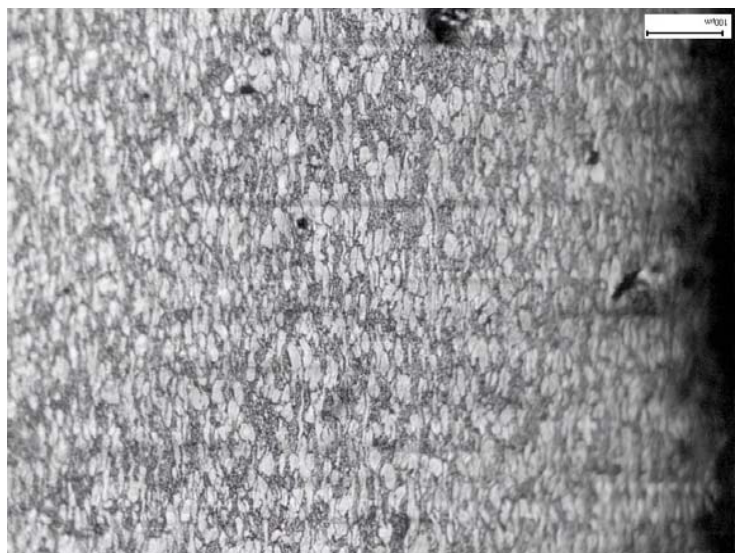
LL0055604 Repère 22

Périphérie x100



LL0055605 Repère 2

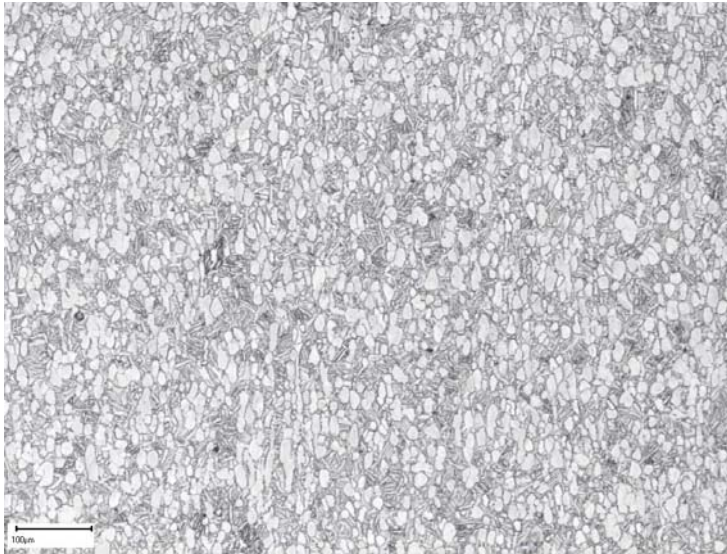
Centre x100



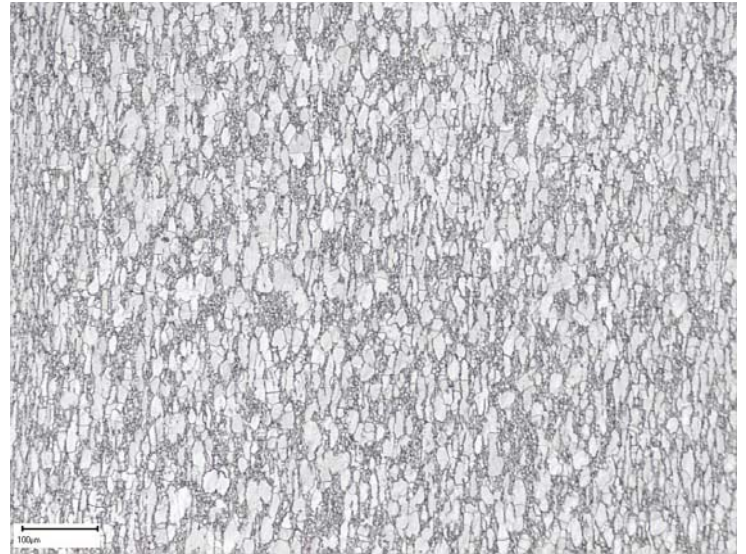
LL0055604 Repère 2

Périphérie x100

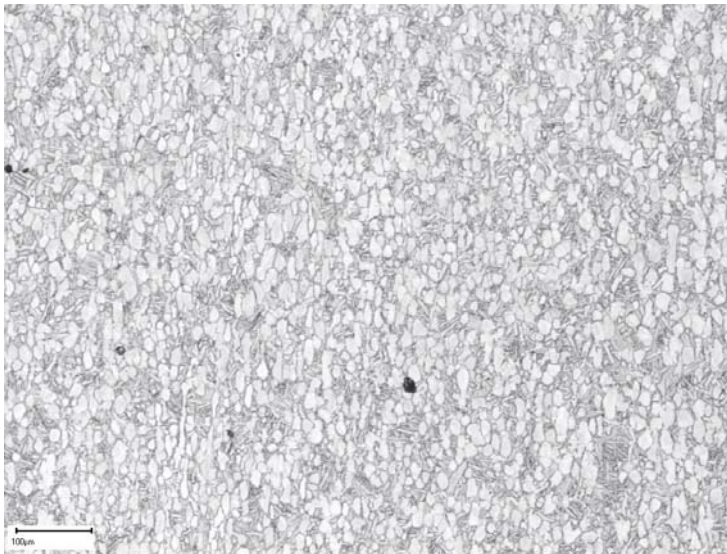
TA6V - Rond 104mm
Transformation Blooming + Trio Ancizes à partir de Rond 240mm
Température de chauffage 940°C
Microstructure en sens long sur plaquettes prélevées en milieu de barre.
Etat traité 850°C2h/Air



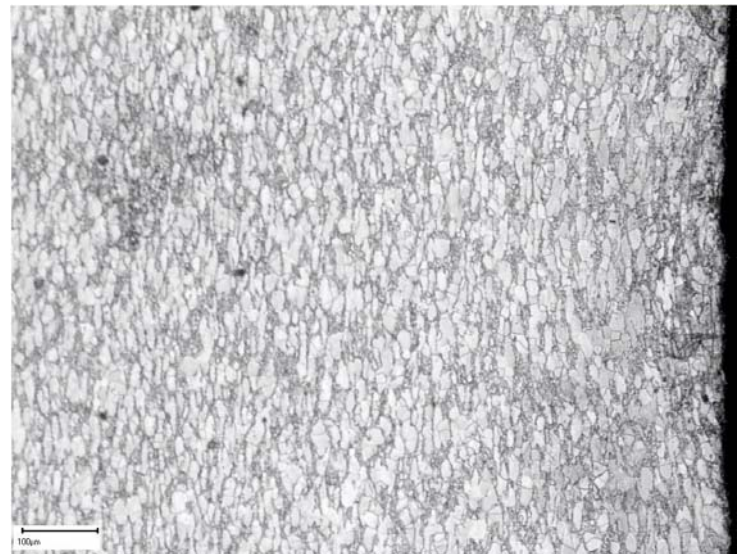
LL0055604 - 12 T Centre x100



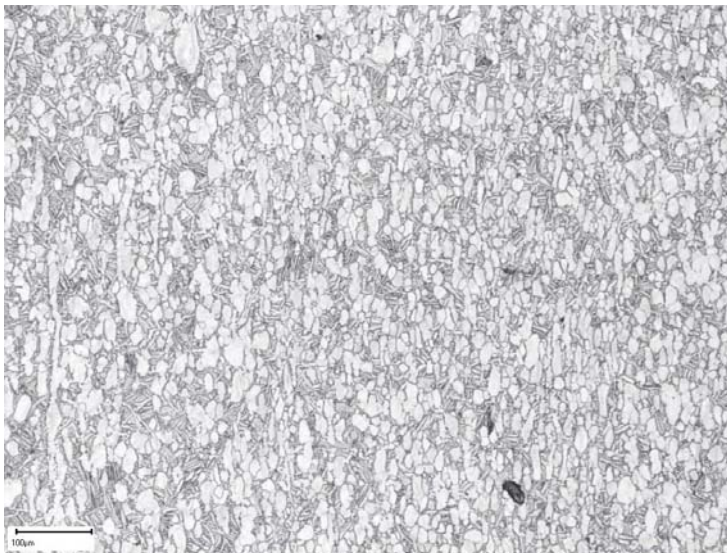
LL0055604 12 T Périphérie x100



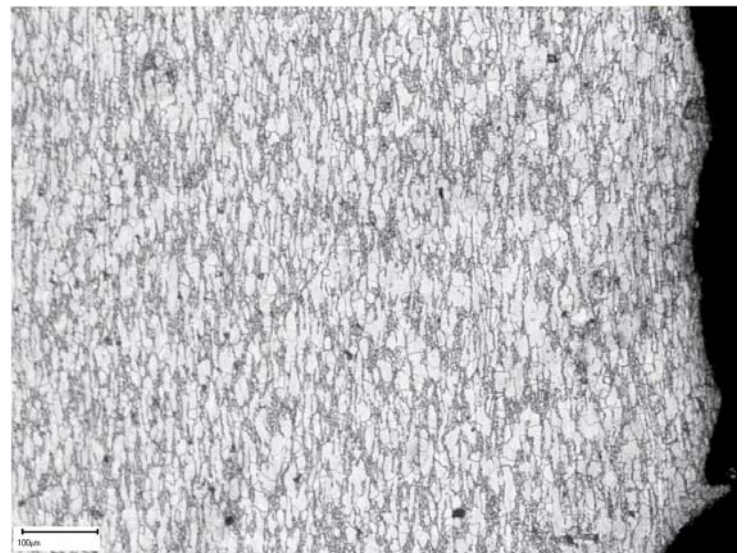
LL0055604 22 T Centre x100



LL0055604 22 T Périphérie x100



LL0055605 2 T Centre x100



LL0055605 2 T Périphérie x100

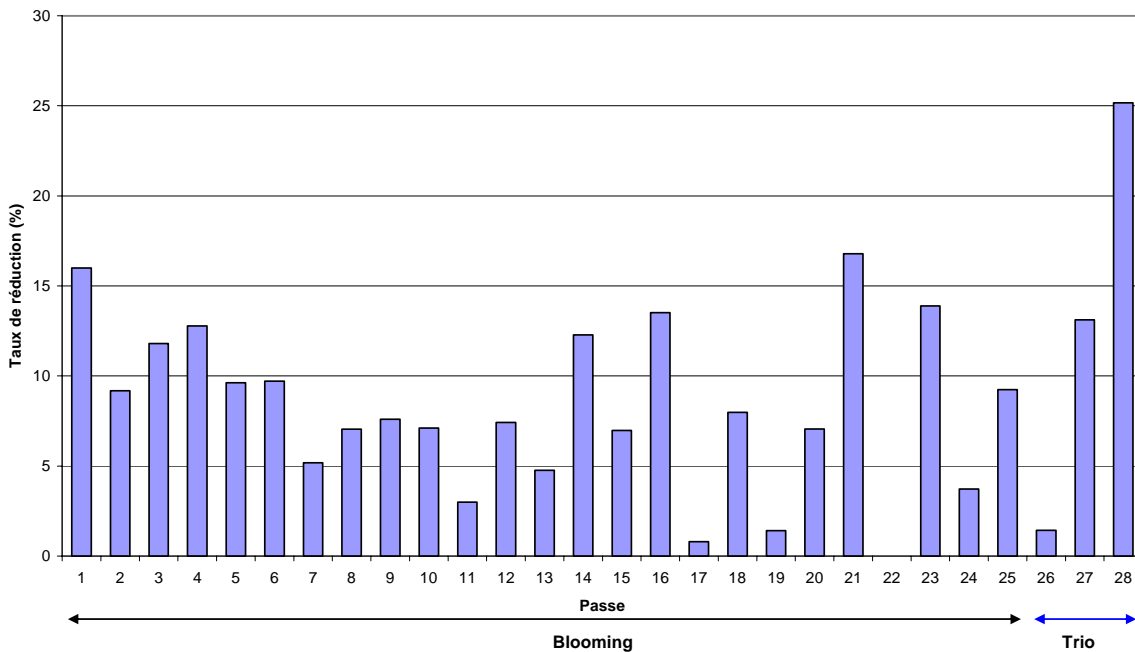
**Modélisation LAM3 de gamme de laminage
TA6V – Ø240mm en Rond de 104mm - Blooming + Trio**

1 - Séquence modélisée

BLOOMING EBAUCHEUR				SECTION FINIE			SECTION BLOOM				DATE	N°SEQ						
LINGOT	eb	240	TA6V 25passes	R		104.4	BM		106	129	CHAUX	07/04/2010	106*129	G				
3	2	1	4	5	6													
P140/ L210/223	P180/ L270/287	P140/ L536/555	P130/ L165/177	P110/ L140/150	P110/ L115/125													
		1	4	5	6													
		1	70	210	249	11	45	175	163.13	17	40	150	138.3	23	14	124	120	
	N°4 futur <i>correction anomalie passe 19 (30au lieu de 20)et modif correction élargissement,(0,5à 0,3)</i>	2	50	190	255	1		4		5								
		3	90	230	197.5	12	22	162	167.03	18	8	138	141.9	24	9	119	137	
		4	60	200	206.5	4		5		5								
		5	40	180	212.5	13	30	160	169.14	19	30	140	138.6	25	-2	108	128	ser
		6	22	162	217.9	1		4										
			4		14	0	140	175.14	20	0	130	142.6						
		7	75	205	165.87	5		5										
		8	60	190	170.37	15	50	160	144.54	21	6	116	138					
			1		4		ret a vide											
		9	35	175	174.87	16	8	138	151.14									
er		10	22	162	178.77													
			TA6V															

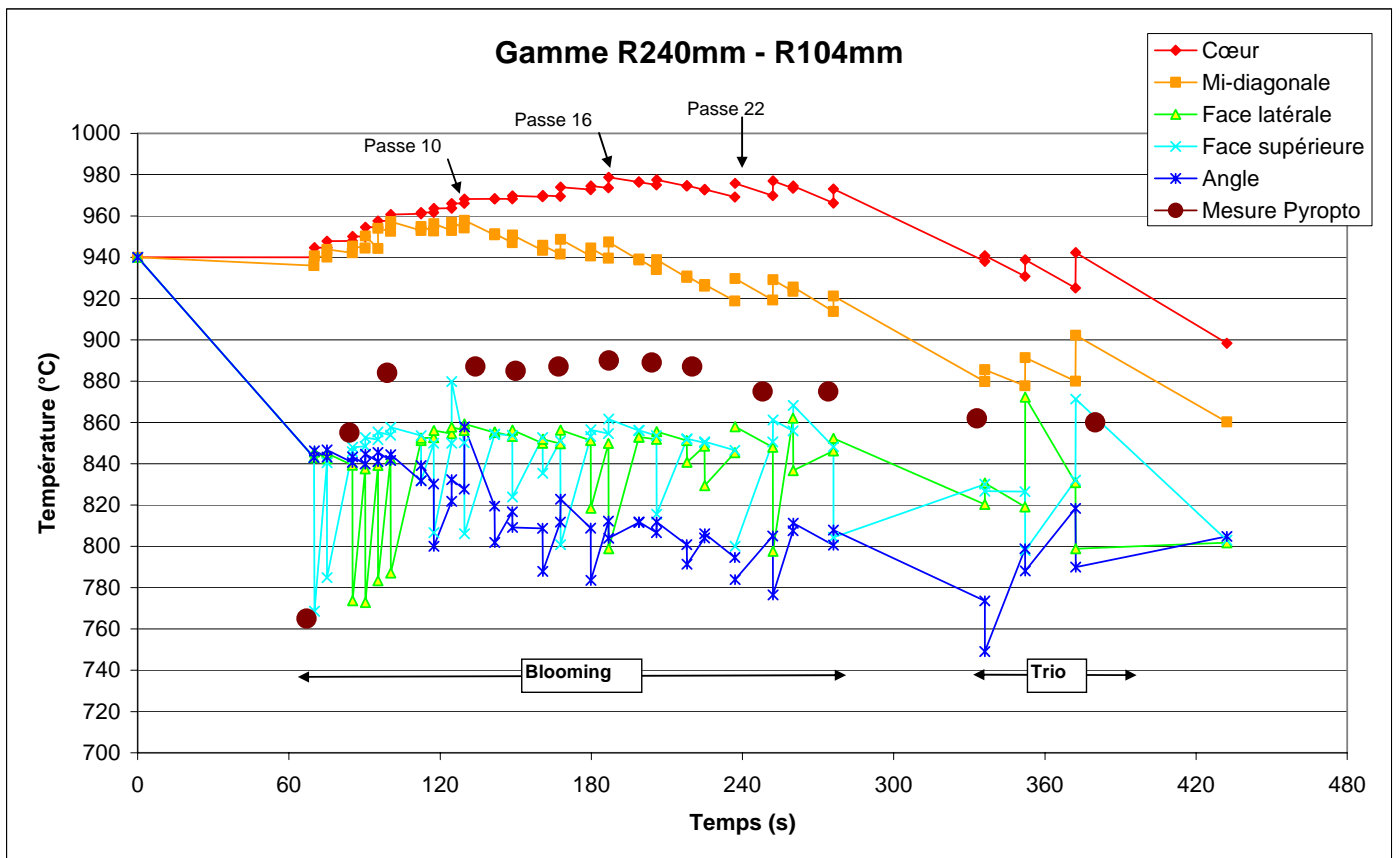
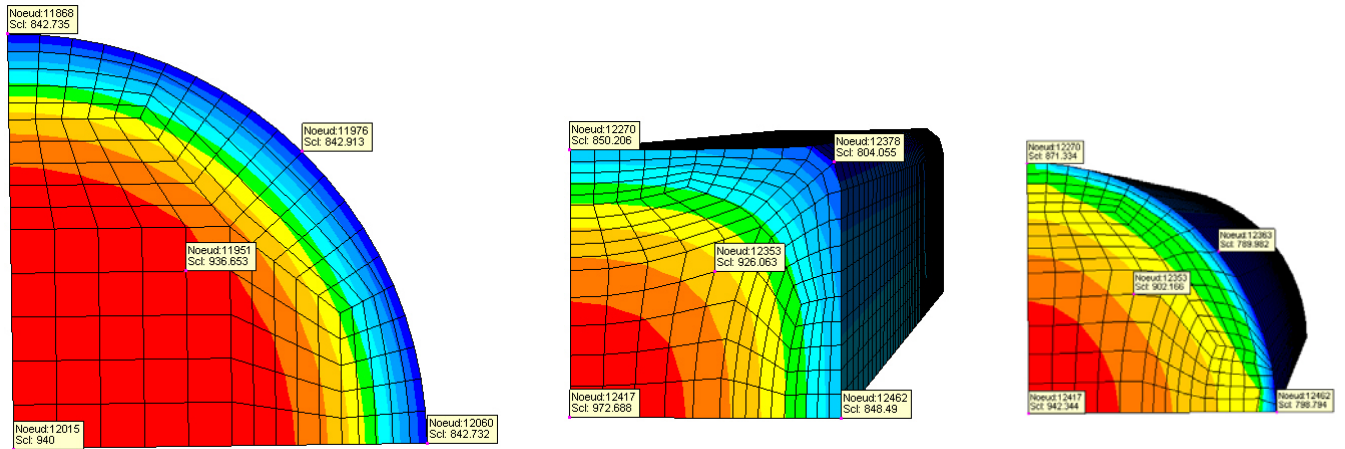
2 -Taux de réduction par passe
(Ho-Hfin)/Ho en %

**Transformation TA6V R240mm en Rond 104mm
Taux de réduction par passe lors de la séquence Blooming + Trio**



TA6V - Modélisation LAM3 Evolutions de température

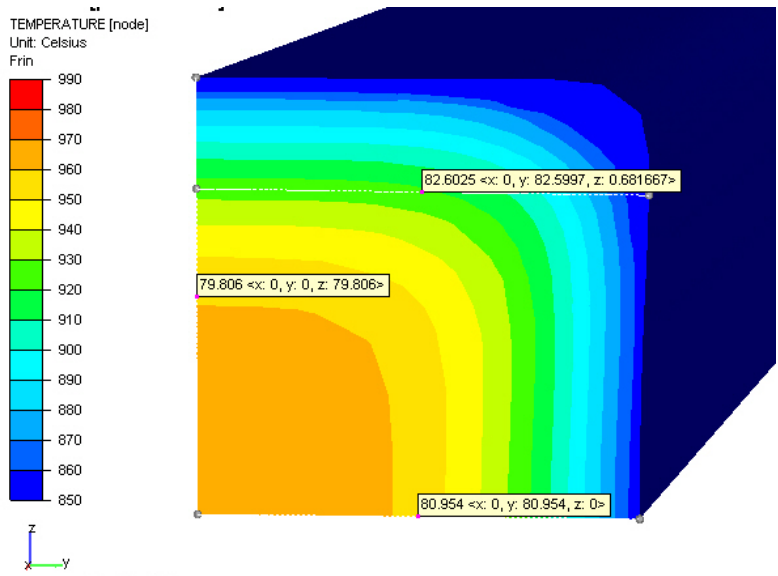
Position des capteurs



TA6V - Modélisation de la séquence blooming à partir de R240mm Géométries prévues à différentes passes

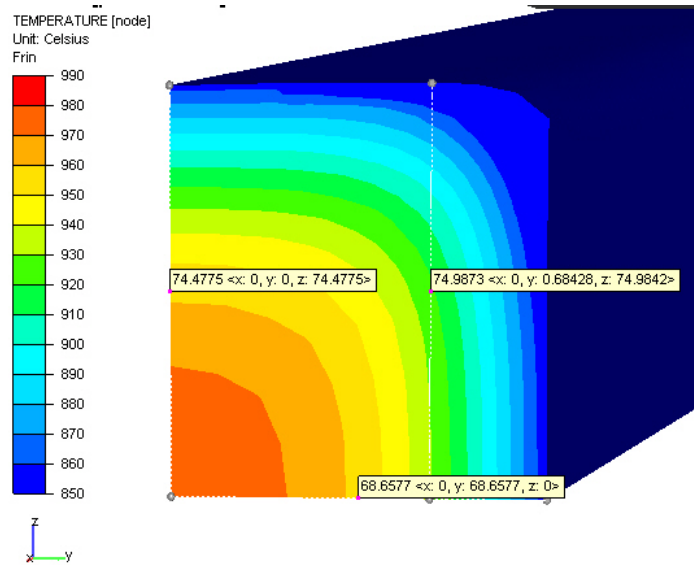
Sortie de passe 13

Dimensions théoriques
160x169.1mm
Dimensions calculées par LAM3
159.6X 165.2mm



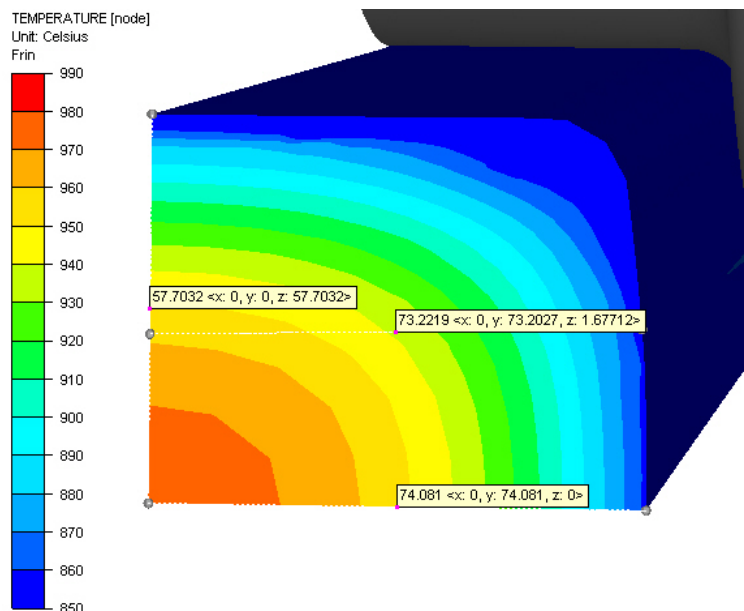
Sortie de passe 17

Dimensions théoriques
150x138.3mm
Dimensions calculées par LAM3
149.96 X 137.3mm



Sortie de passe 21

Dimensions théoriques
116x138mm
Dimensions calculées par LAM3
115.4 x 146.4mm (max 148.1mm)



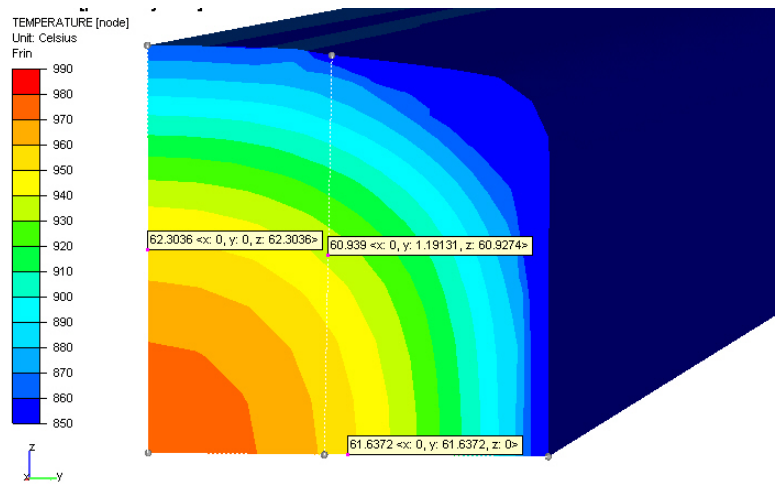
Sortie de passe 23

Dimension théorique

124x120mm

Dimensions calculées par LAM3

123.3 x 121.8mm (max 124.6mm)



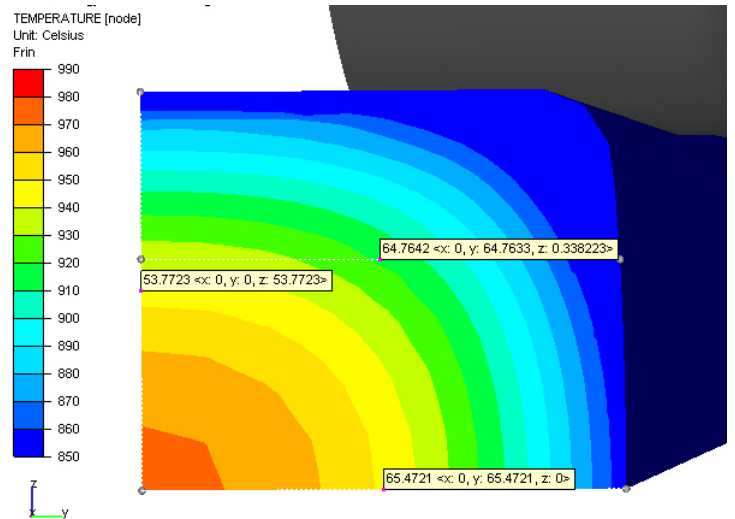
Sortie de passe 25

Dimension théorique

108x128mm

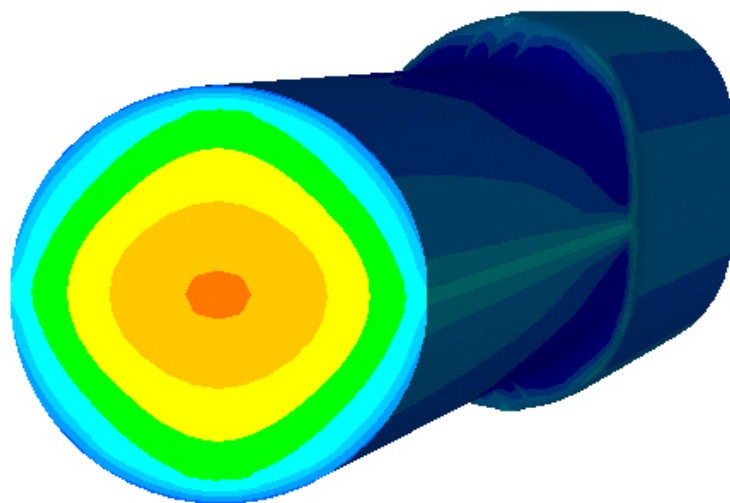
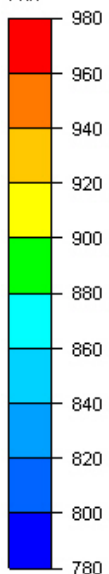
Dimensions calculées par LAM3 :

107.5 x 130.9mm



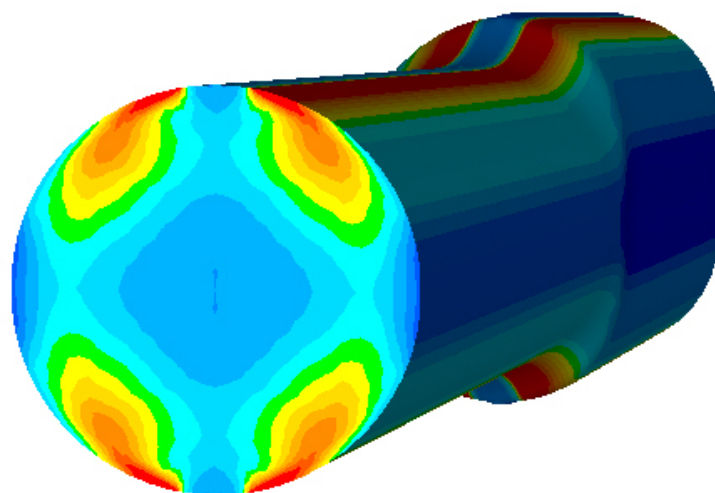
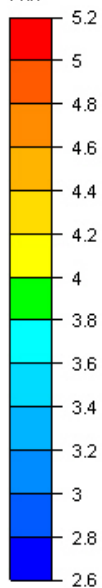
**TA6V – Modélisation Blooming Trio
R240 mm -> R104mm
Résultats sur produit R104mm**

TEMPERATURE [node]
Unit: Celsius
Frin



Température en fin de laminage

DEF_CUMU [3D element]
Frin



Déformation cumulée