arcelor
Flat Carbon Steel

N° : 64/05	Date: 25/11/2005

demande de TAV

CX-0683C

Litige ☒	Expertise / A.T. ☐	Vigie ☐
Suite à une visite	Oui ☐	Non ☐
Date :		
Visiteur :	R.KEFFERSTEIN	
N° CRV :		

Copie de la demande	*Imputation* 32502

(IRD/AUP/MTO/F/03 - éd. 6 - IRD/AUP/CBS/MTO/06/I/01)

Client :FORD/MAGNA

Produit : USIBOR
Qualité :
Format : 1.6 mm

Séquentiel	Commande	Travail / Bobine	Coïl	Brame	Coulée	Code Acier

USINE	*FL*	*MZ*	*DK*	*MK*	*MT*	*BI*	*FOS*	*CS*	*EK*	*Autres (à préciser)*
A chaud :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
A froid :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Revêtement :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Autre :	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

Pièces incriminées ou à réaliser : B-Pillar

N° de litige + tonnage dénoncé :

Problème : casse…différée ?
Infos : emboutissage MAGNA à Bopfingen.

Echantillonnage : 1 pièce

Essais demandés

Dureté	☐	Critères de rugosité	☐
Traction	☐	Taux de revêtement	☐
n et r 3d	☐	Taux de passivation	☐
Micro	☐	Essais d'émaillage	☐
Analyse	☐		

ENJEUX : techniques, financiers,…
Photo macro
Microstructure+HV1
Revêtement Alusi
MEB fracto
Fissure avant ou après détourage ?

Délai demandé le 19/12/2005

Diffusion des résultats :
R.KEFFERSTEIN
M.BABBIT
A.MOULIN
A.CARMET
P.DRILLET
H.GUYON
T.STUREL
Marcus OETHE

Rapport labo le : 14/12/2005

Ex. 2011
IPR2024-01377

© ARCELOR – Tous droits réservés tous pays – Ne peut être utilisé et/ou diffusé qu'au sein des sociétés du Groupe ARCELOR
(et/ou, dans le cadre d'une commande spécifique, par la société hors Groupe ayant commandé l'étude)
Toute autre divulgation, reproduction ou utilisation est interdite sauf accord préalable exprès de ARCELOR

CONFIDENTIAL BUSINESS INFORMATION-SUBJECT TO PROTECTIVE ORDER AM-ITC-0102170

FORD / MAGNA

Rupture sur B-Pillar en USIBOR ép. 1,6mm. Emboutissage à Bopfingen.

Echantillonnage : nous avons reçu la pièce et le squelette de détourage laser.
Voir aspect macro planche 1: pièce et squelette + détail des fissures : Voir planche 2.

Résultat des examens :

Caractérisation du métal de base :

⇒ Santé interne : RAS
⇒ Structure martensitique
⇒ µ-dureté HV1 : 496 soit ≈ 1600 MPa.

Caractérisation du revêtement Alusi : Voir aspect MEB planche 3.
1 seule face illustrée car les 2 sont identiques.

⇒ Morphologie : RAS
⇒ Rapport O/Al : 0.25 (moyenne sur 3 champs)
⇒ Coupe MEB :
Ep. alliage interfacial = 17 µm
Ep. Totale = 41 µm.

Rmq: légère sur-alliation du revêtement Alusi. Effet Kirkendale marqué.

Caractérisation de la fissuration : *Avant ou après détourage laser ?*

⇒ **Fissuration antérieure** à l'opération de détourage. Voir illustration planche 4.

Faciès de rupture : Voir planche 5

⇒ **Faciès de rupture intergranulaire avec présence de pédoncules et µ-cavités caractéristiques d'une casse différée.**

Conclusion :

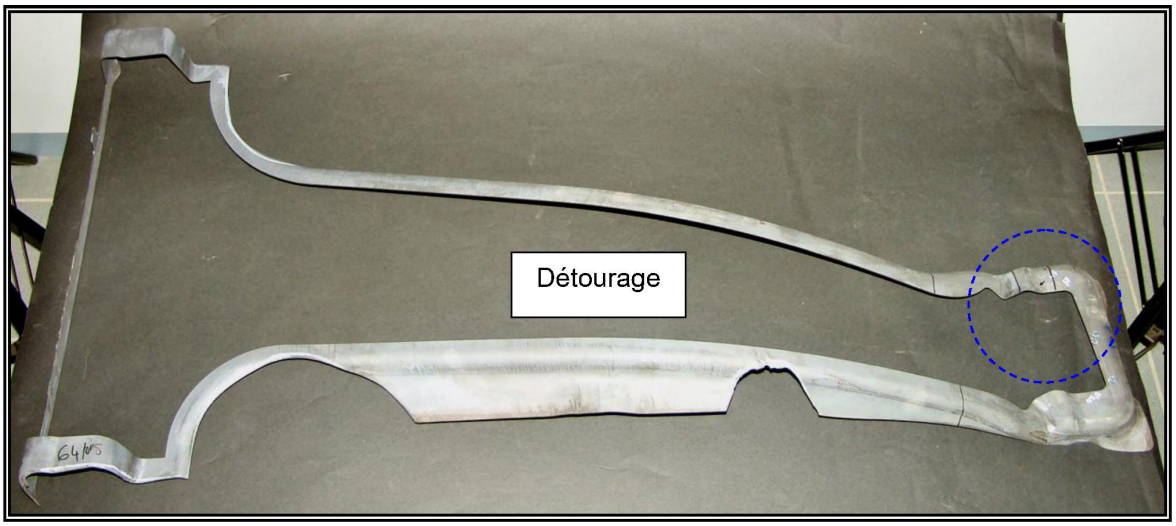
⇒ Métal de base : - structure martensitique
- Rm estimé à partir de la µ-dureté HV1 = 496 soit Rm ≈ 1600 MPa

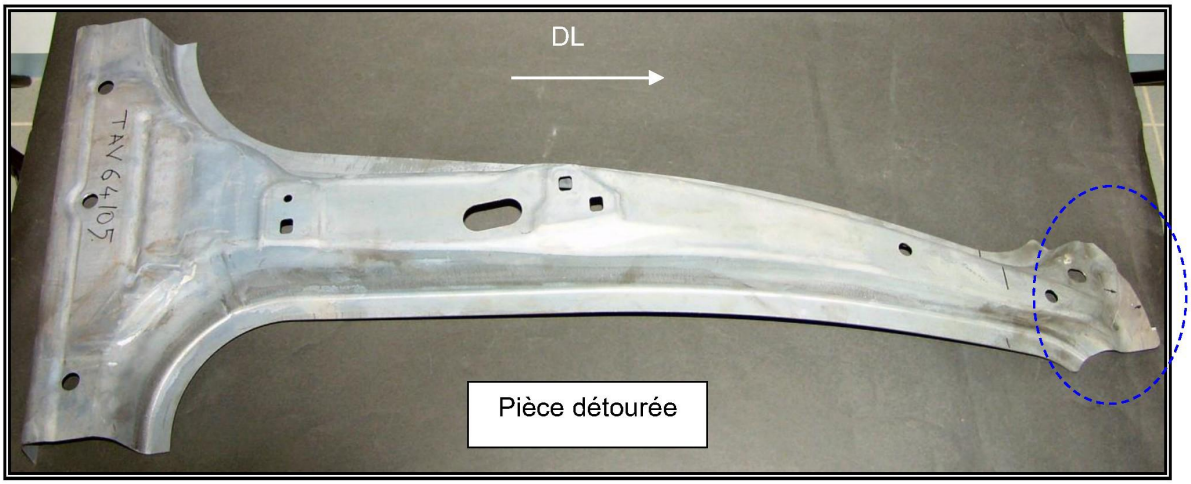
⇒ Revêtement Alusi : légère sur-alliation

⇒ **Casse différée (hydrogène) antérieure à l'opération de détourage laser**.

F.COLIN **R.MELLINGER**
Le 14/12/2005

© ARCELOR – Tous droits réservés tous pays – Ne peut être utilisé et/ou diffusé qu'au sein des sociétés du Groupe ARCELOR
(et/ou, dans le cadre d'une commande spécifique, par la société hors Groupe ayant commandé l'étude)
Toute autre divulgation, reproduction ou utilisation est interdite sauf accord préalable exprès de ARCELOR





Zones fissurées à expertiser

© ARCELOR – Tous droits réservés tous pays – Ne peut être utilisé et/ou diffusé qu'au sein des sociétés du Groupe ARCELOR
(et/ou, dans le cadre d'une commande spécifique, par la société hors Groupe ayant commandé l'étude)
Toute autre divulgation, reproduction ou utilisation est interdite sauf accord préalable exprès de ARCELOR

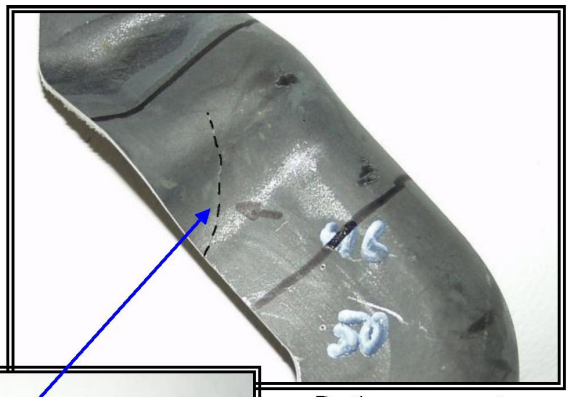
Ex. 2011
IPR2024-01377

CONFIDENTIAL BUSINESS INFORMATION-SUBJECT TO PROTECTIVE ORDER AM-ITC-0102172

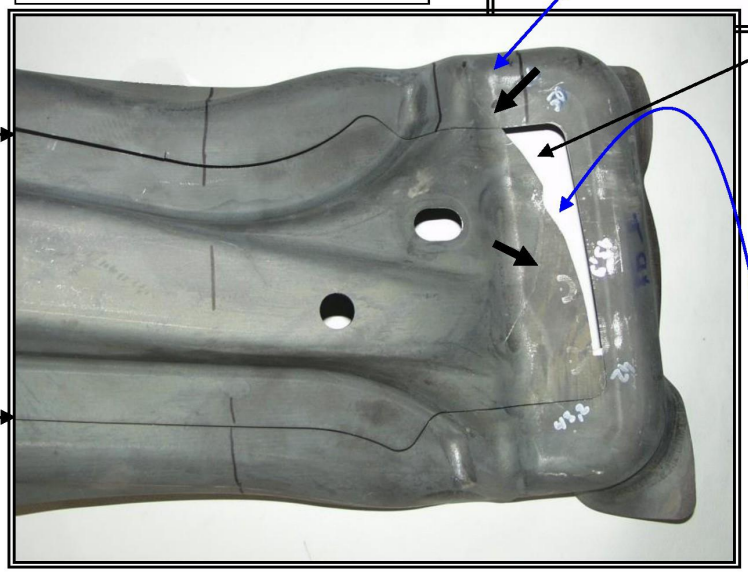
CX-0683C.0003

Aspect macro – détail des fissures

Fissure dans squelette de détourage = prolongement fissure sur pièce



Ensemble reconstitué



Partie manquante sur la pièce à réception

Détourage laser

Détail fissuration sur pièce :

Légende :

→ = fissures

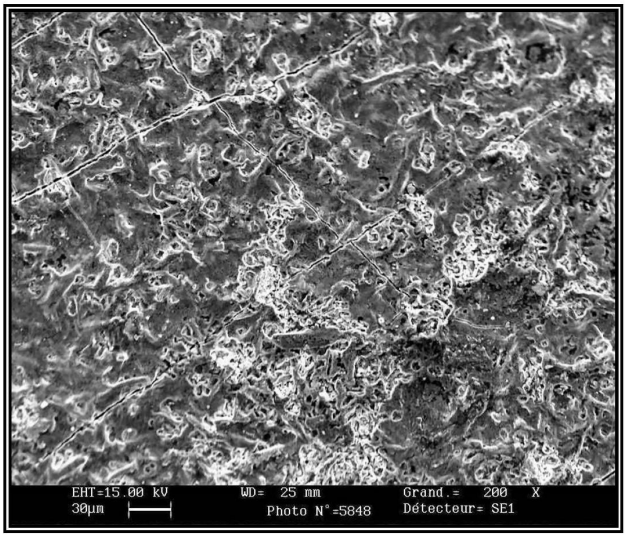
© ARCELOR – Tous droits réservés tous pays – Ne peut être utilisé et/ou diffusé qu'au sein des sociétés du Groupe ARCELOR
(et/ou, dans le cadre d'une commande spécifique, par la société hors Groupe ayant commandé l'étude)
Toute autre divulgation, reproduction ou utilisation est interdite sans accord préalable exprès de ARCELOR

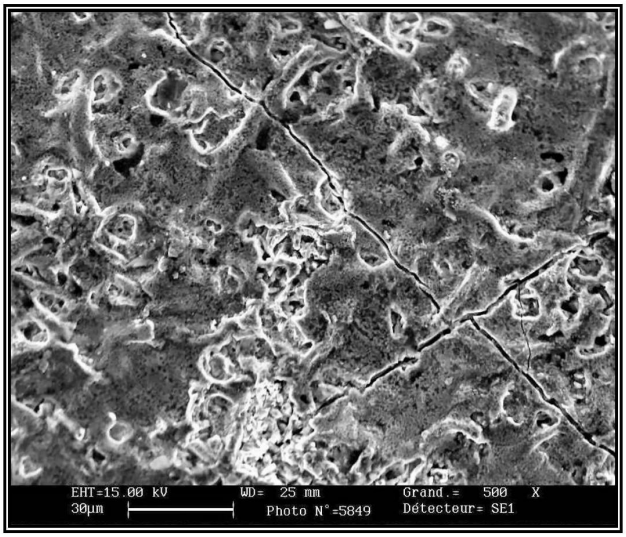
Ex. 2011
IPR2024-01377

CONFIDENTIAL BUSINESS INFORMATION-SUBJECT TO PROTECTIVE ORDER AM-ITC-0102173

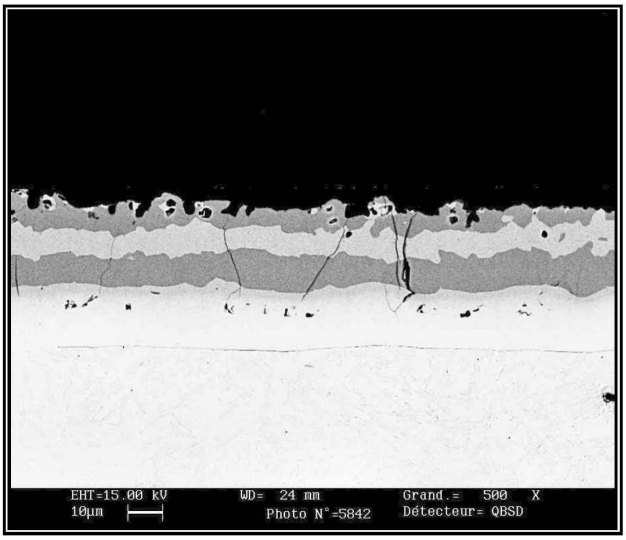
CX-0683C.0004

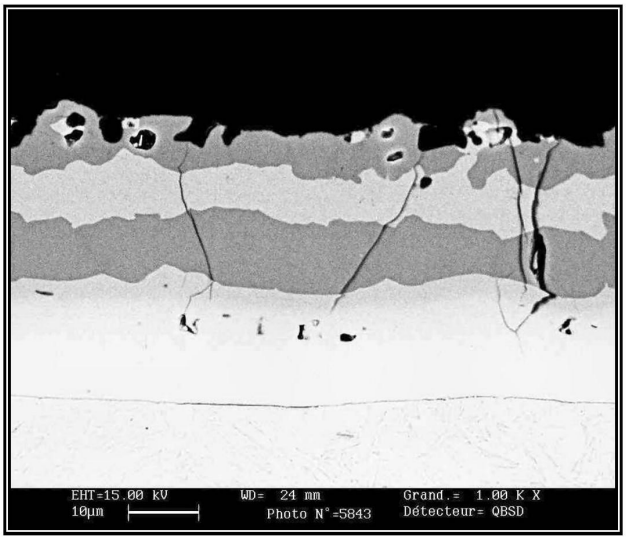
Morphologie du revêtement





Coupe MEB

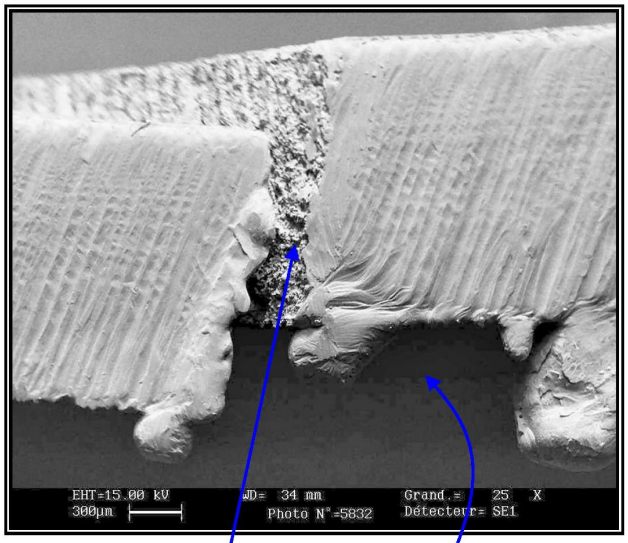




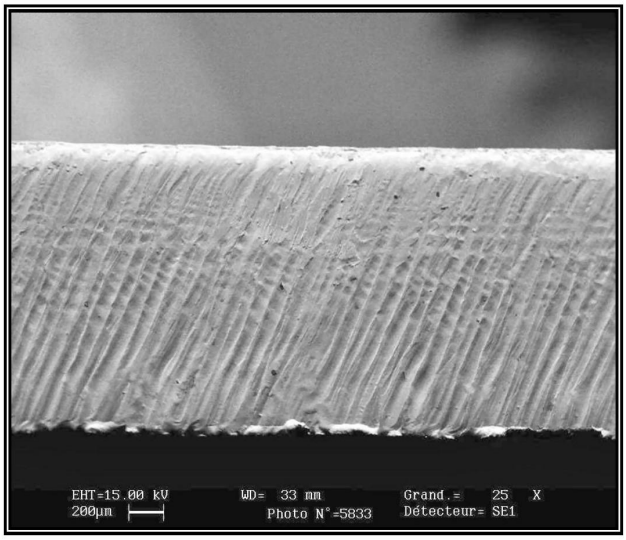
© ARCELOR – Tous droits réservés tous pays – Ne peut être utilisé et/ou diffusé qu'au sein des sociétés du Groupe ARCELOR
(et/ou, dans le cadre d'une commande spécifique, par la société hors Groupe ayant commandé l'étude)
Toute autre divulgation, reproduction ou utilisation est interdite sans accord préalable exprès de ARCELOR

Aspect MEB des fissures

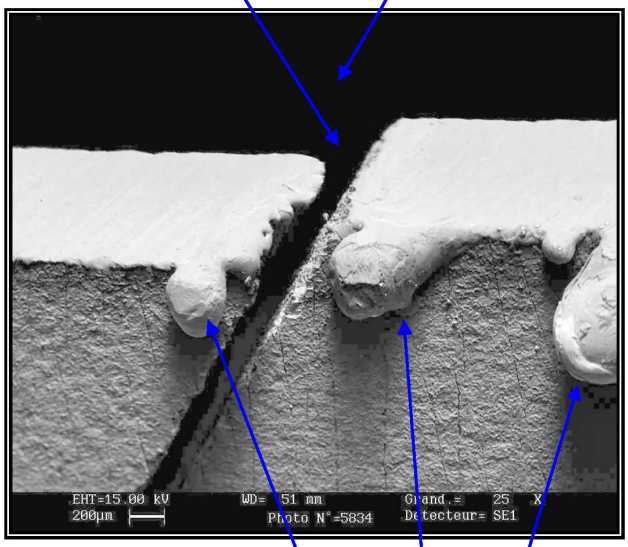
Zone fissurée

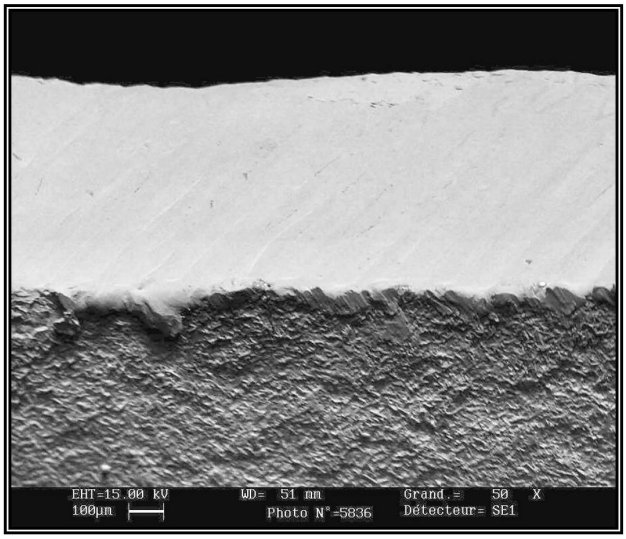


Zone hors fissure



fissure





Gouttelettes de métal fondu

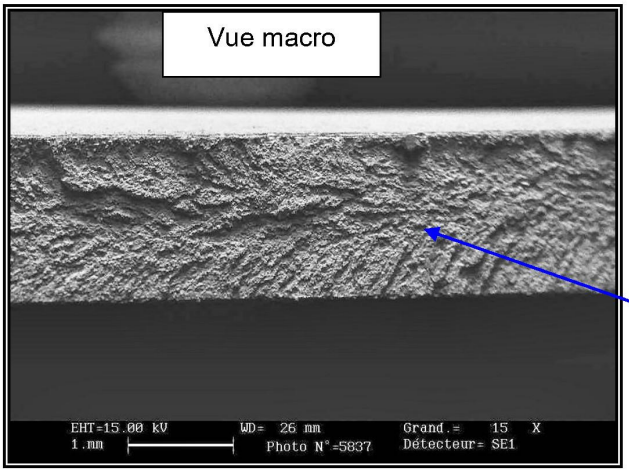
© ARCELOR – Tous droits réservés tous pays – Ne peut être utilisé et/ou diffusé qu'au sein des sociétés du Groupe ARCELOR
(et/ou, dans le cadre d'une commande spécifique, par la société hors Groupe ayant commandé l'étude)
Toute autre divulgation, reproduction ou utilisation est interdite sans accord préalable exprès de ARCELOR

Ex. 2011
IPR2024-01377

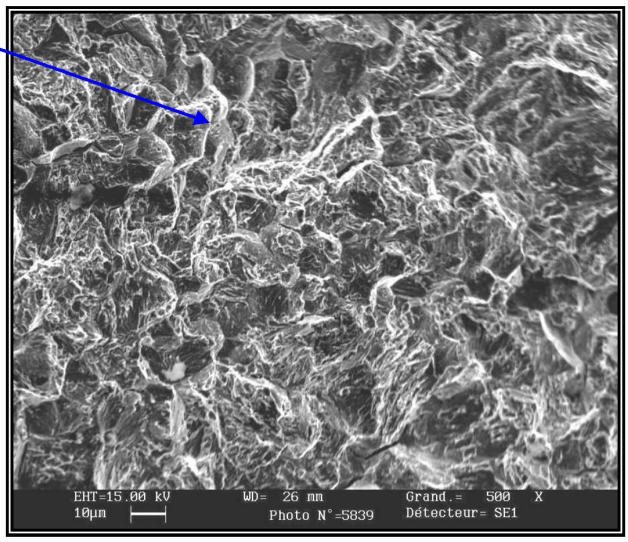
CONFIDENTIAL BUSINESS INFORMATION-SUBJECT TO PROTECTIVE ORDER AM-ITC-0102175

CX-0683C.0006

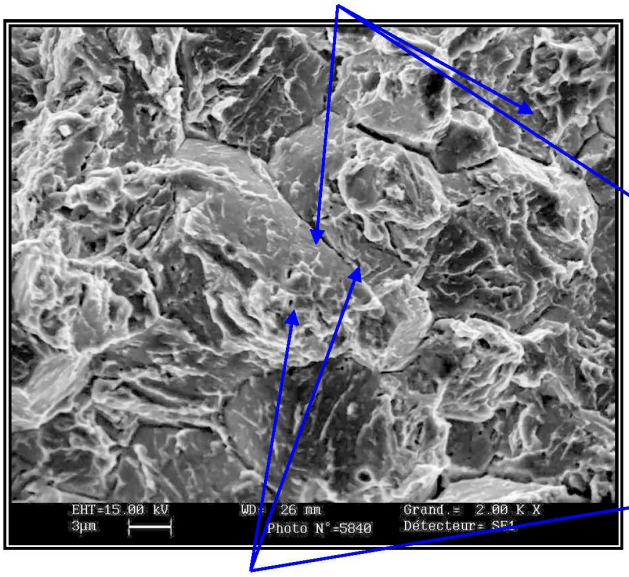
Faciès de rupture : casse différée ?



Faciès de rupture intergranulaire

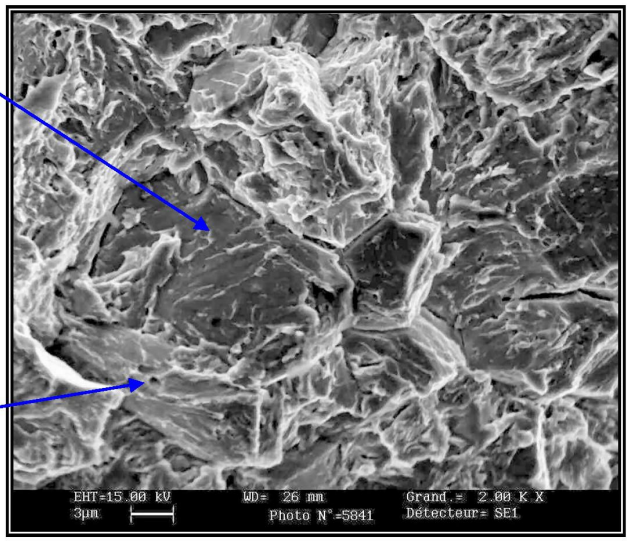


pédoncules



µ-cavités

Autre zone



© ARCELOR – Tous droits réservés tous pays – Ne peut être utilisé et/ou diffusé qu'au sein des sociétés du Groupe ARCELOR
(et/ou, dans le cadre d'une commande spécifique, par la société hors Groupe ayant commandé l'étude)
Toute autre divulgation, reproduction ou utilisation est interdite sans accord préalable exprès de ARCELOR

arcelor
Flat Carbon Steel

No.: 64/05	Date: 11/25/2005

Dispute ☒	Expertise / Technical opinion ☐	Monitoring ☐
Following a visit	Yes ☐ No ☐	
Date:		
Visitor:	R. KEFFERSTEIN	
CRV No.:		

TAV request

Copy of the request	Allocation 32502

(IRD/AUP/MTO/F/03 - edition 6 - IRD/AUP/CBS/MTO/06/I/01)

Client: FORD/MAGNA

Product: USIBOR
Quality .*
Format: 1.6 mm

Serial	Order	Job / Roll	Coil	Slab	Casting	Steel Code

PLANT	*FL*	*MZ*	*DK*	*MK*	*MT*	*BI*	*FOS*	*CS*	*EK*	*Others (to be specified)*
Hot:	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Cold:	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Coating:	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Other:	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

Incriminated pieces or to produced: B-Pillar

No. of dispute + claimed tonnage:

Problem: breakage... delayed?
Info: MAGNA deep drawing in Bopfingen.

Sampling: 1 piece

Test requested

Hardness	☐	Roughness criteria	☐
Traction	☐	Coating rate	☐
n and r 3d	☐	Passivation rate	☐
Micro	☐	Enameling tests	☐
Analysis	☐		

Distribution of results:
R. KEFFERSTEIN
M. BABBIT
A. MOULIN
A. CARMET
P. DRILLET
H. GUYON
T. STUREL
Marcus OETHE

IMPLICATIONS: technical, financial,...
Macro photo
Microstructure + HV1
Alusi® coating
SEM fractography
Fissure before or after trimming?

Requested deadline 12/19/2005

Lab report: 12/14/2005

© ARCELOR - All rights reserved all countries - Can only be used and/or distributed within the companies of the ARCELOR group
(and/or in the framework of a specific order, by the company outside the group that has ordered the study)
Any other disclosure, reproduction or use is prohibited without express prior agreement of ARCELOR

Flat Carbon Steel
I-R&D
ARCELOR RESEARCH — Metallographic platform

TAV 64/2005

FORD / MAGNA

Break on B-Pillar made of USIBOR thickness 1.6 mm. Deep drawing in Bopfingen.

Sampling: We have received the piece and the laser trimming skeleton.
See macro view plate 1: piece and skeleton + detail of the fissures: See plate 2.

Results of the examinations:

Characterization of the base metal:

=> Internal health: Nothing to report
=> Martensitic structure
=> µ-hardness HV1: 496 which is to say ≈ 1600 MPa.

Characterization of the Alusi® coating: See SEM view plate 3.
only 1 surface illustrated since both are identical.

=> Morphology: Nothing to report
=> O/Al ratio: 0.25 (average over 3 ranges)
=> SEM cut:
Interfacial alloy thickness = 17 pm
Total thickness = 41 pm.

Quality Management Officer: mild over-alloying of the Alusi® coating. Noted Kirkendall effect.

Characterization of the fissuring: *Prior or after laser trimming?*

=> **Fissuring prior** to the trimming operation. See illustration plate 4.

Facies of the break: See plate 5

=> **Intergranular break facies with presence of peduncles and µ-cavities which are characteristic of a deferred break.**

Conclusion:
=> Base metal: - martensitic structure
- Rm estimated using the µ-hardness HV1 = 496 which is to say Rm ≈ 1600 MPa

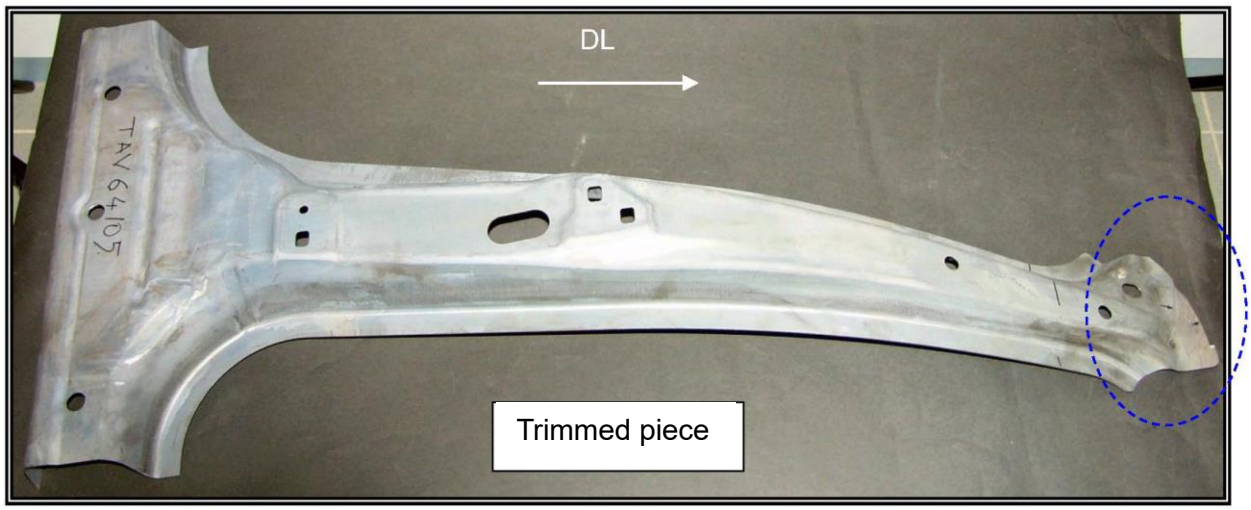
=> Alusi® coating: mild over-alloying

=> Deferred break (hydrogen) prior to the laser trimming operation.

F. COLIN **R. MELLINGER**
12/14/2005

© ARCELOR - All rights reserved all countries - Can only be used and/or distributed within the companies of the ARCELOR group
(and/or in the framework of a specific order, by the company outside the group that has ordered the study)
Any other disclosure, reproduction or use is prohibited without express prior agreement of ARCELOR

Macro view

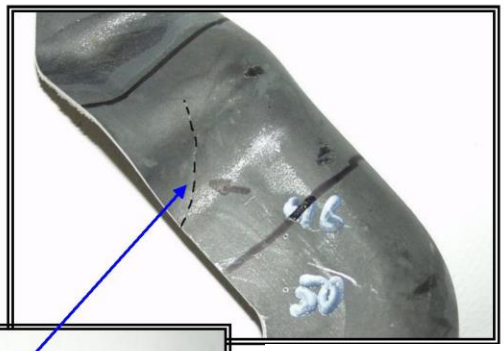


Fissured areas to be assessed

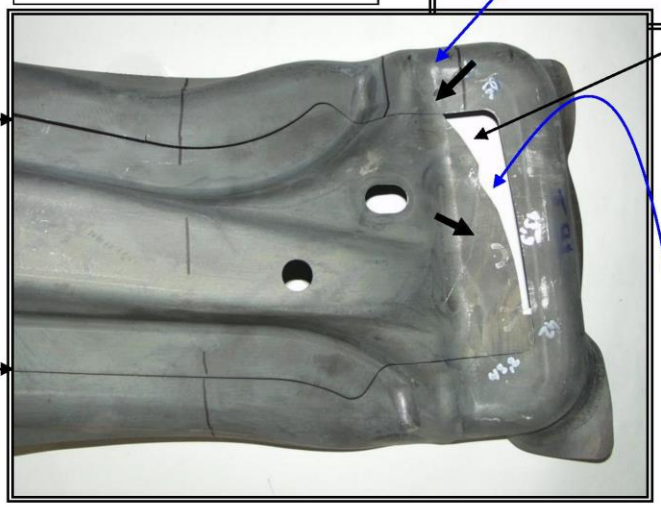
© ARCELOR - All rights reserved all countries - Can only be used and/or distributed within the companies of the ARCELOR group
(and/or in the framework of a specific order, by the company outside the group that has ordered the study)
Any other disclosure, reproduction or use is prohibited without express prior agreement of ARCELOR

Macro view – detail of the fissures

Fissure in the trimming skeleton
= extension of fissure on piece



Reconstituted whole



Part missing from
piece upon receipt

Laser
trimming

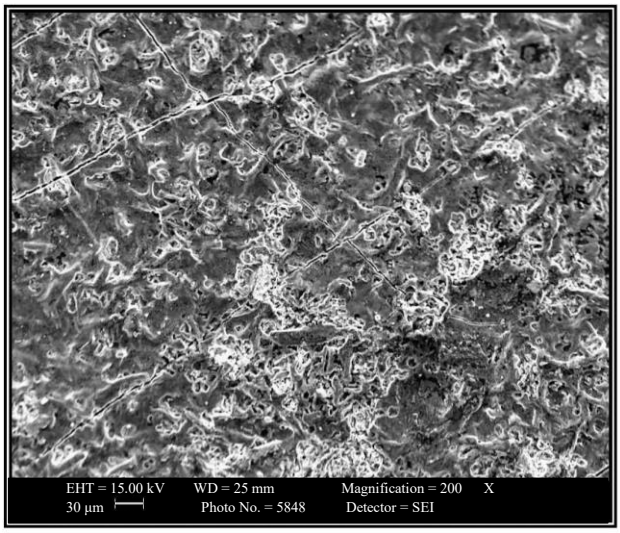
Detail of fissuring on piece:

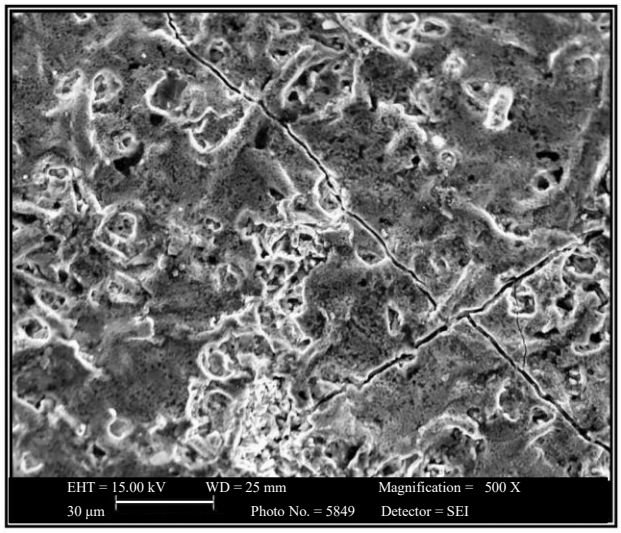
Legend:

—▶ = fissures

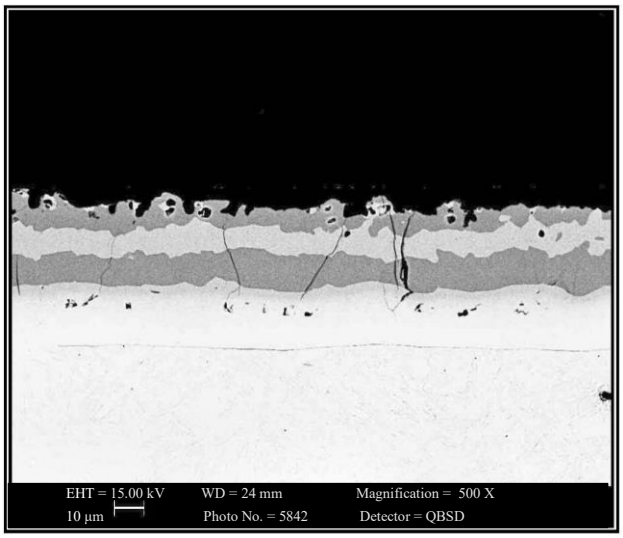
© ARCELOR - All rights reserved all countries - Can only be used and/or distributed within the companies of the ARCELOR group
(and/or in the framework of a specific order, by the company outside the group that has ordered the study)
Any other disclosure, reproduction or use is prohibited without express prior agreement of ARCELOR

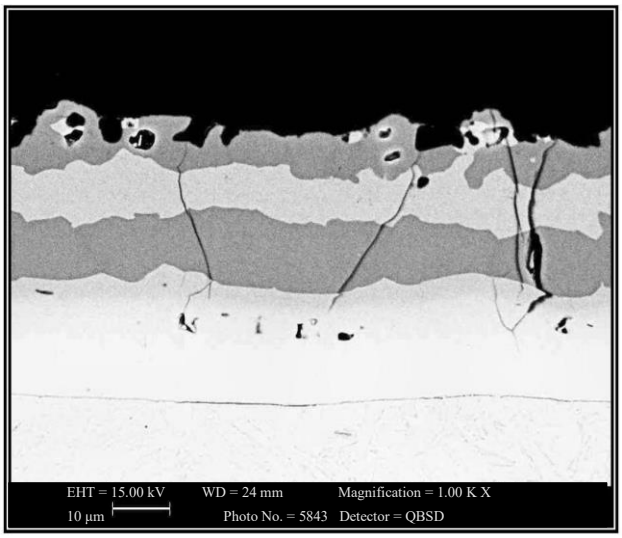
Morphology of the coating





SEM cut



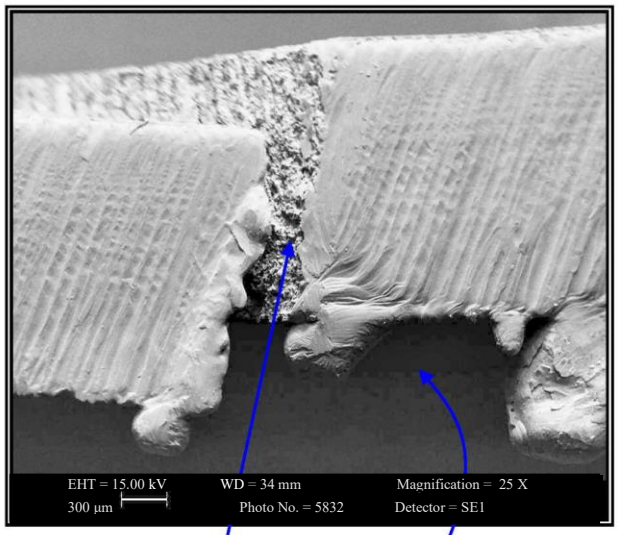


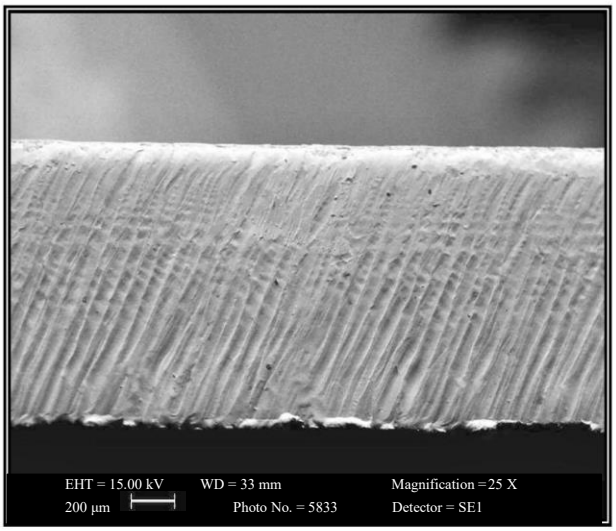
© ARCELOR - All rights reserved all countries - Can only be used and/or distributed within the companies of the ARCELOR group
(and/or in the framework of a specific order, by the company outside the group that has ordered the study)
Any other disclosure, reproduction or use is prohibited without express prior agreement of ARCELOR

SEM view of the fissures

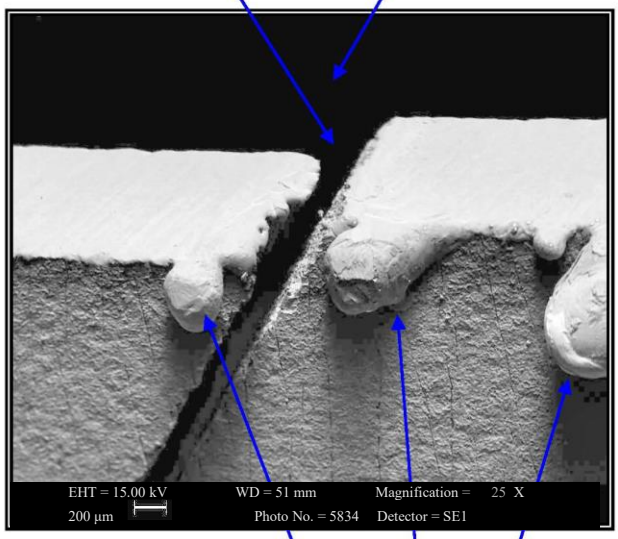
Fissured area

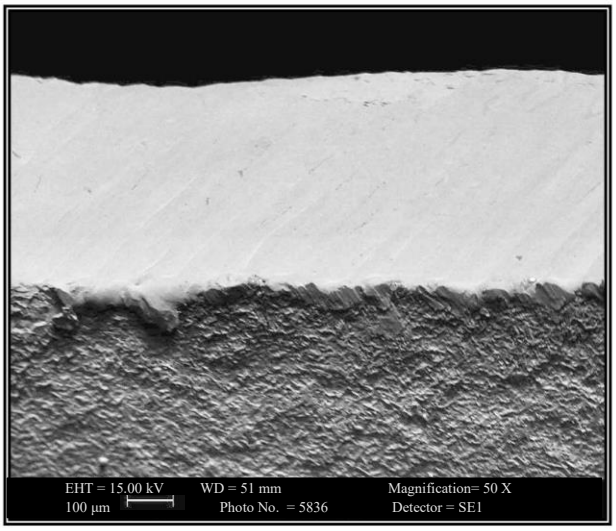
Non-fissured area





fissure

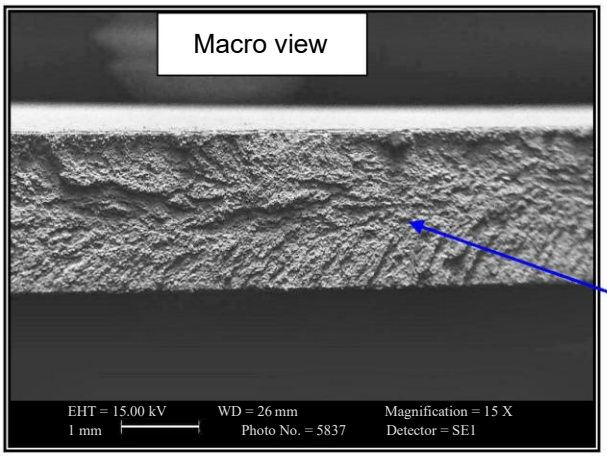




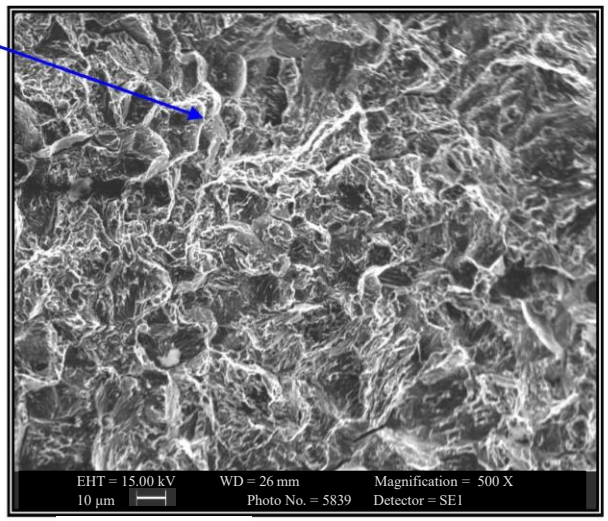
Droplets of molten metal

© ARCELOR - All rights reserved all countries - Can only be used and/or distributed within the companies of the ARCELOR group
(and/or in the framework of a specific order, by the company outside the group that has ordered the study)
Any other disclosure, reproduction or use is prohibited without express prior agreement of ARCELOR

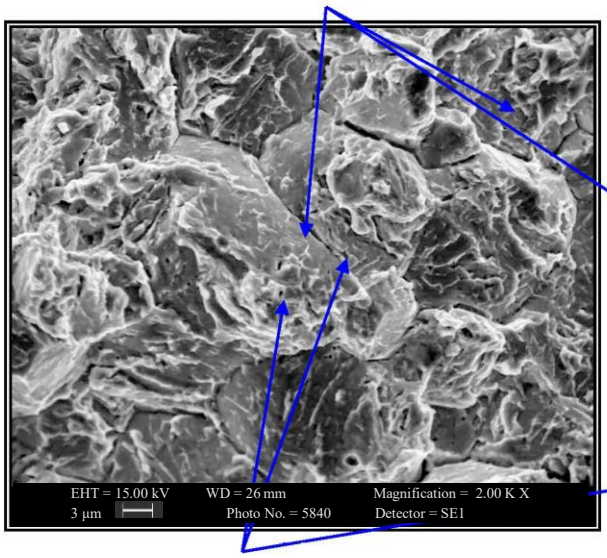
Facies of the break: deferred break?



Facies of intergranular break

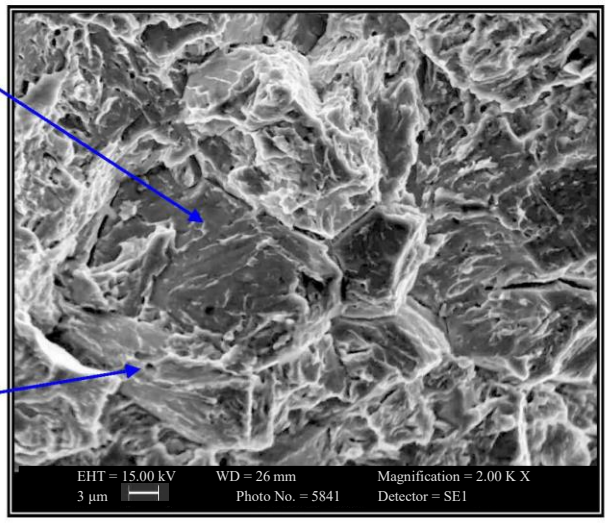


peduncles



µ-cavities

Other area



© ARCELOR - All rights reserved all countries - Can only be used and/or distributed within the companies of the ARCELOR group
(and/or in the framework of a specific order, by the company outside the group that has ordered the study)
Any other disclosure, reproduction or use is prohibited without express prior agreement of ARCELOR