



EBSD à Haute Température:

Recristallisation d'un acier IF dans un MEB-FEG à colonne inclinée

A. Wauthier, H. Réglé, D. Prior

GN-MEBA 6 juin 2007, Grenoble



Introduction

Matériau :

Acier bas carbone

- ⇒ Industrie automobile: emboutissage
- ⇒ Forte texture cristallographique

Problématique :

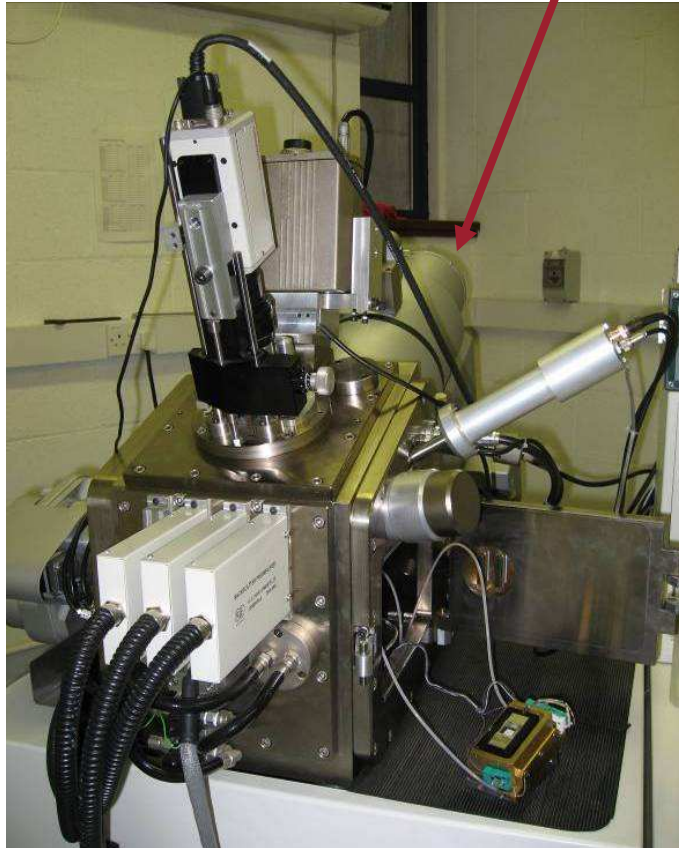
**Trouver un lien entre la déformation
et la recristallisation**

Plan de l'exposé

1. **Description du MEB dédié haute-température**
2. **Suivi de la recristallisation in-situ**
3. **Evolution de la microstructure**
4. **Désorientations locales**
5. **Vitesses de migration de joints de grain**
6. **Conclusions et perspectives**

1. Description du MEB

Colonne inclinée FEG



*Department of Earth and Science,
Liverpool, D. Prior*

CamScan X500 Crystal Probe

- ZrO thermal field emission cathode
- Everhart-Thornley SE collector
- KE ind. Solid state BSE détecteur

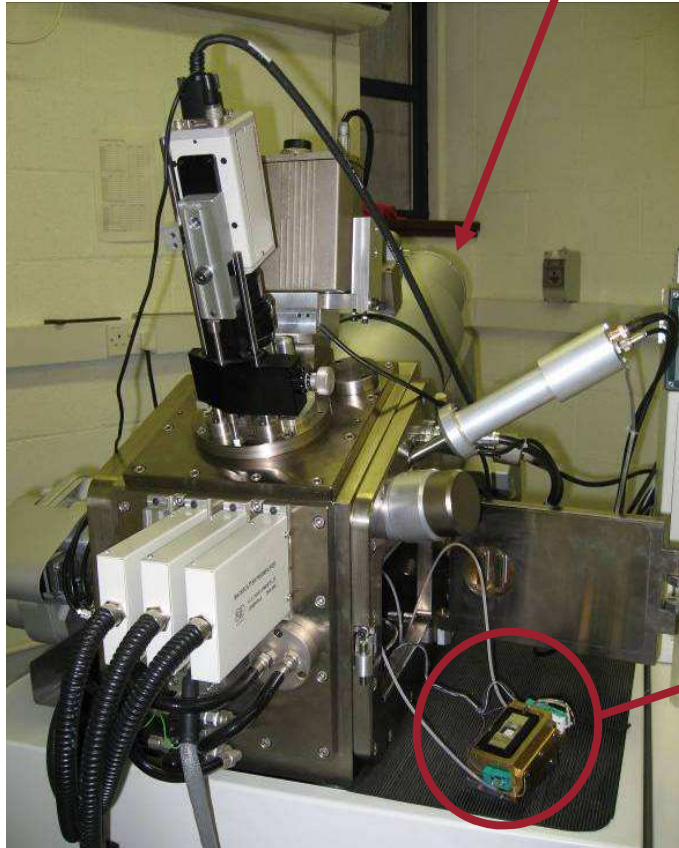
EBSD

- Caméra CCD: 40 Points/s
- HKL channel 5
- calibration à haute-T°

Seward et al., Scanning Vol. 24, 232-240

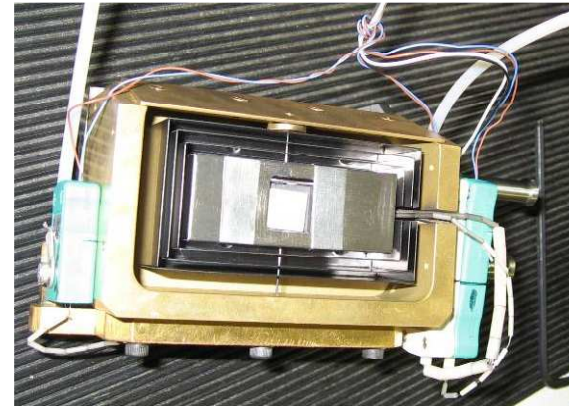
1. Description du MEB

Colonne inclinée FEG



Four

- Oxford instruments (GATAN)
- taille échantillons: 10x10x3 mm
- jusque 1100°C
- refroidit par une circulation d'eau
- 3 thermocouples



Seward et al., Scanning Vol. 24, 232-240

1. Description du MEB

Les avantages de la colonne inclinée:

- positionnement précis de l'échantillon
- déplacements dans le plan horizontal uniquement
- l'échantillon ne "glisse" pas (même lorsqu'il fond ou se désagrège)
- séparation de la colonne en 2 domaines:
 - bas: échantillon + four
 - haut: détecteurs (effet radiation + faible)

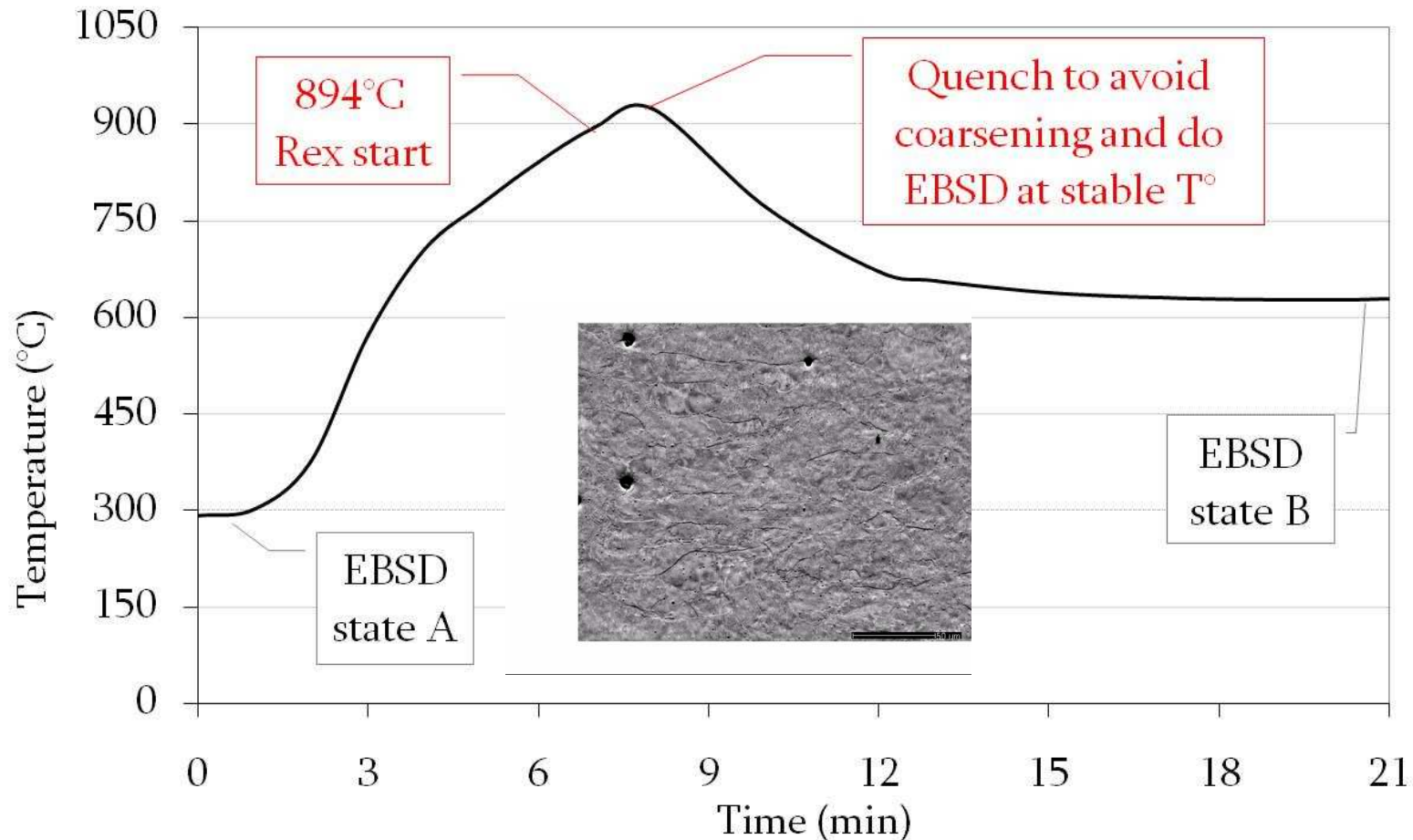
Seward et al., Scanning Vol. 24, 232-240

2. Recrystallisation in-situ

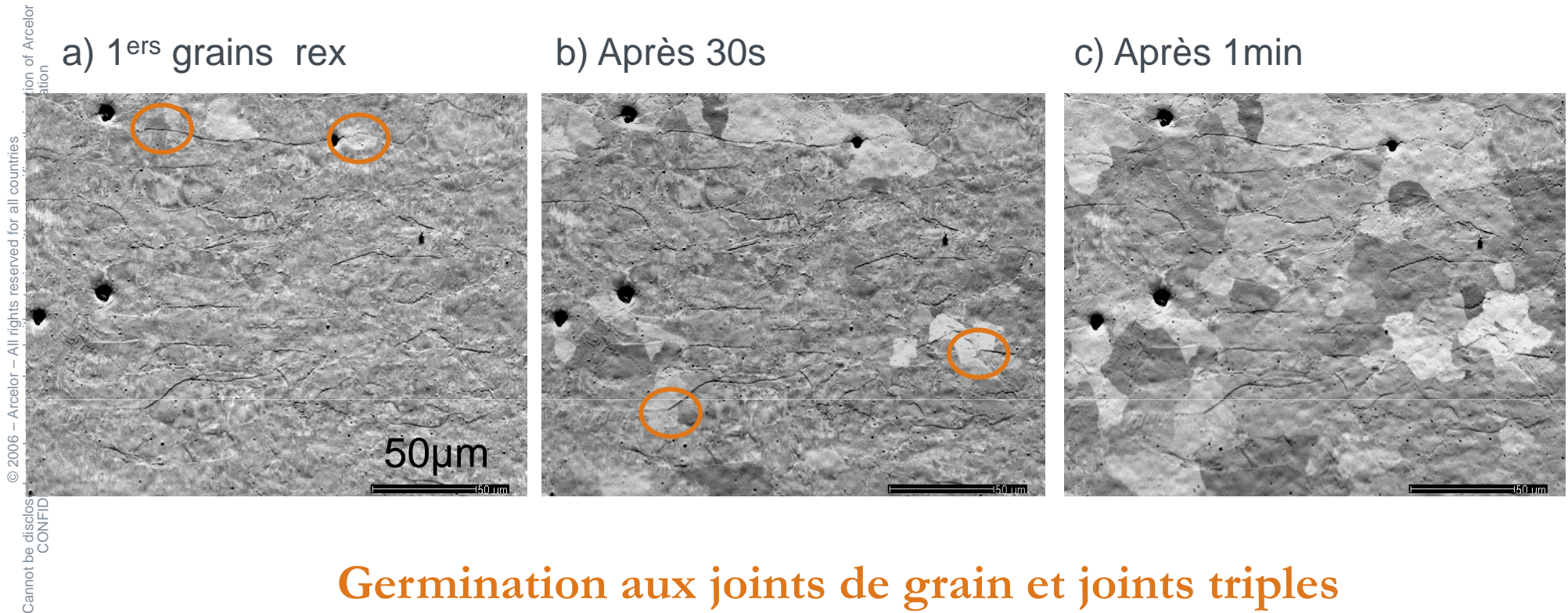
Acier IF laminé à froid de 60% réduction épaisseur

MEB: 25kV – 2nA

Acquisition d'images : 6s



3. Evolution de la microstructure

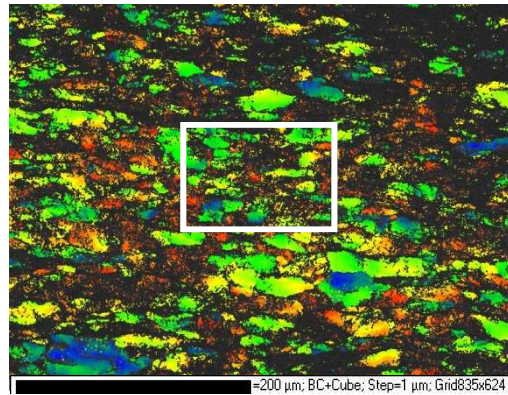


4. Désorientations locales

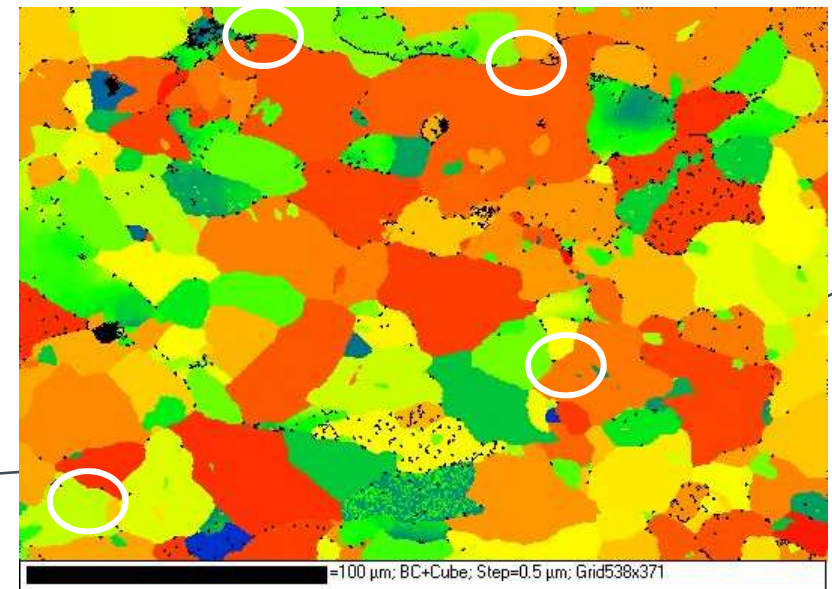
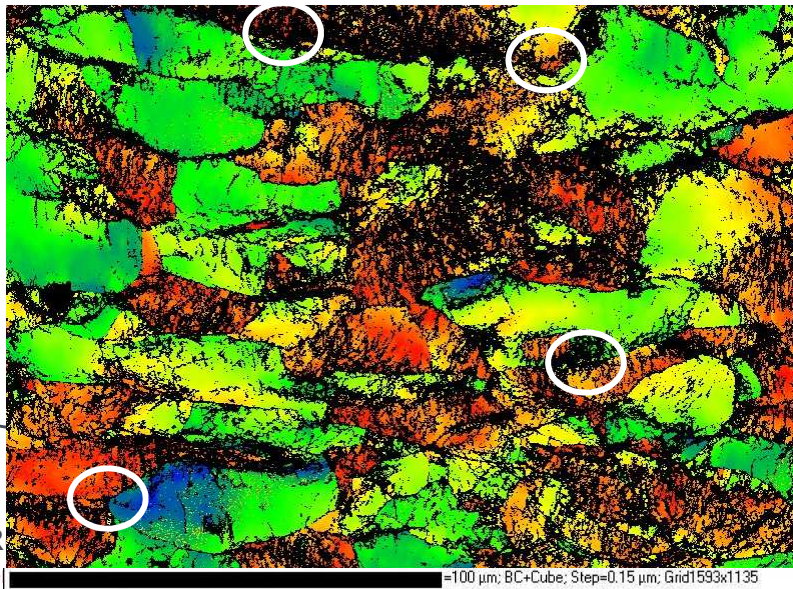
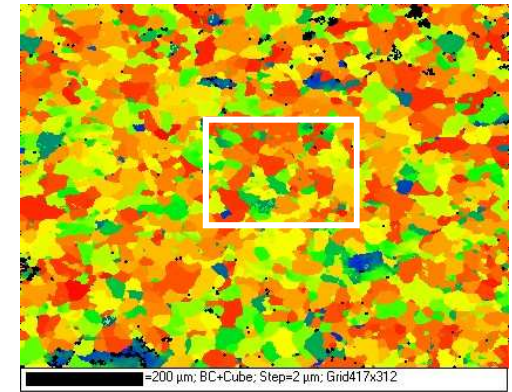
Germination près des joints de grains et dans les grains + déformés

⇒ Quel lien avec la désorientation locale?

Déformé

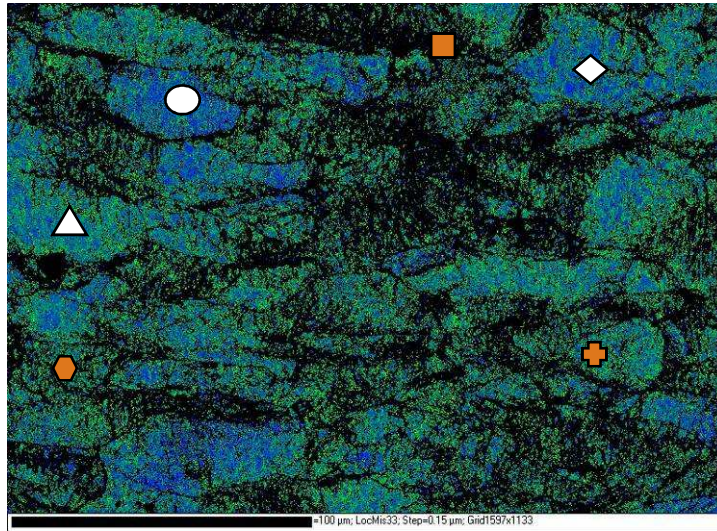


Recristallisé

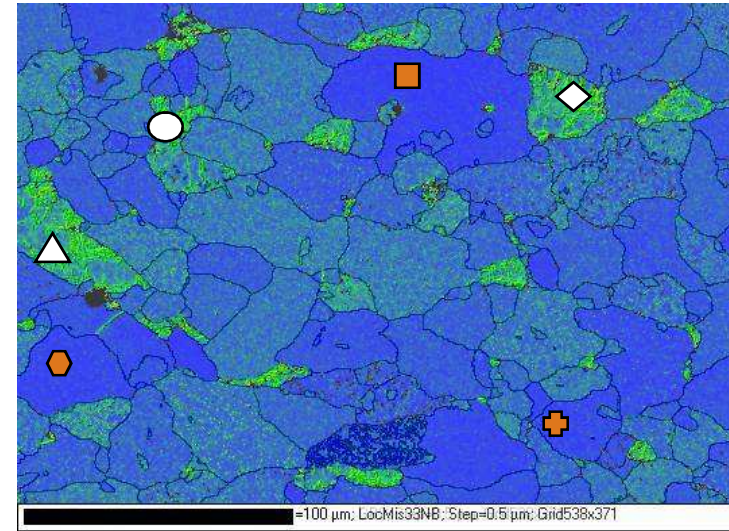


4. Désorientations locales

Cartographies des désorientations locales



Déformé



Recristallisé

Grains très désorientés
localement

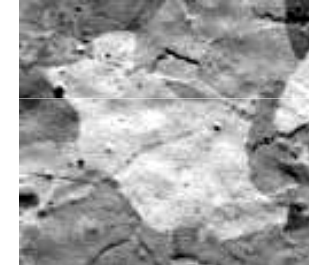
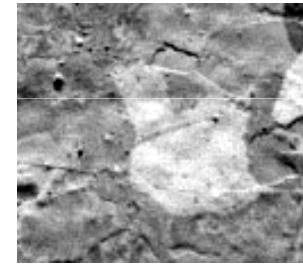
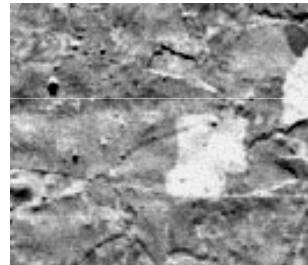
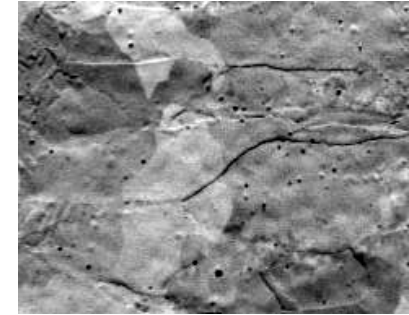
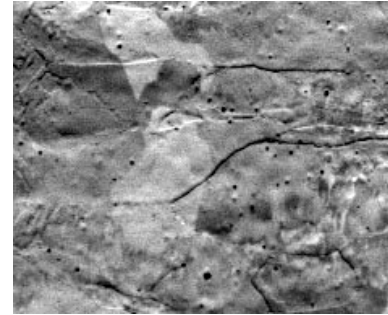
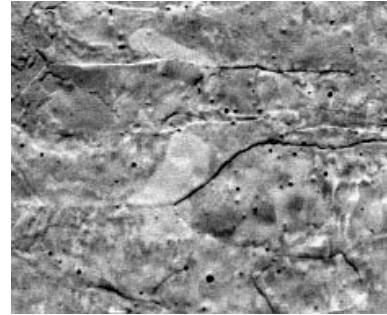
Grains peu désorientés
localement

1^{ers} grains Rex
Peu de dislocations

Derniers grains à rex
Désorientations locales tjs
présentes après recuit

5. Vitesses de migration des joints de grain

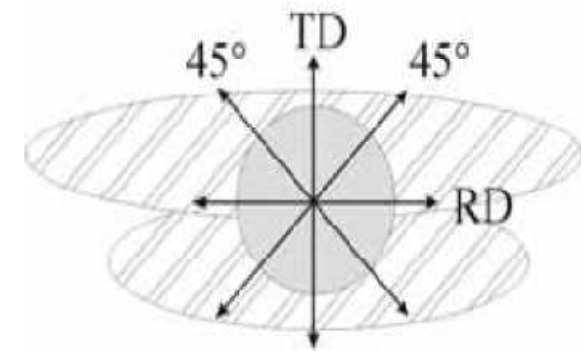
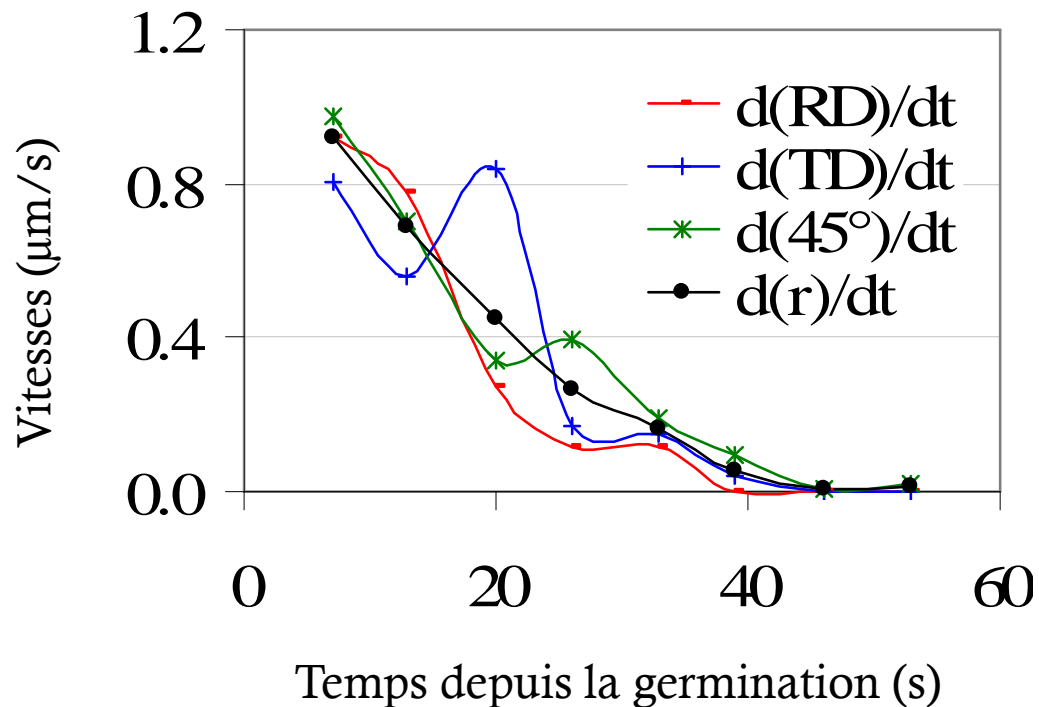
© 2006 – Arcelor – All rights reserved for all countries
Cannot be disclosed, used, or reproduced without prior written specific authorization of Arcelor
CONFIDENTIAL – Privileged information - Arcelor's proprietary information



5. Vitesses de migration des joints de grain

Vitesse des joints de grains à 750°C:

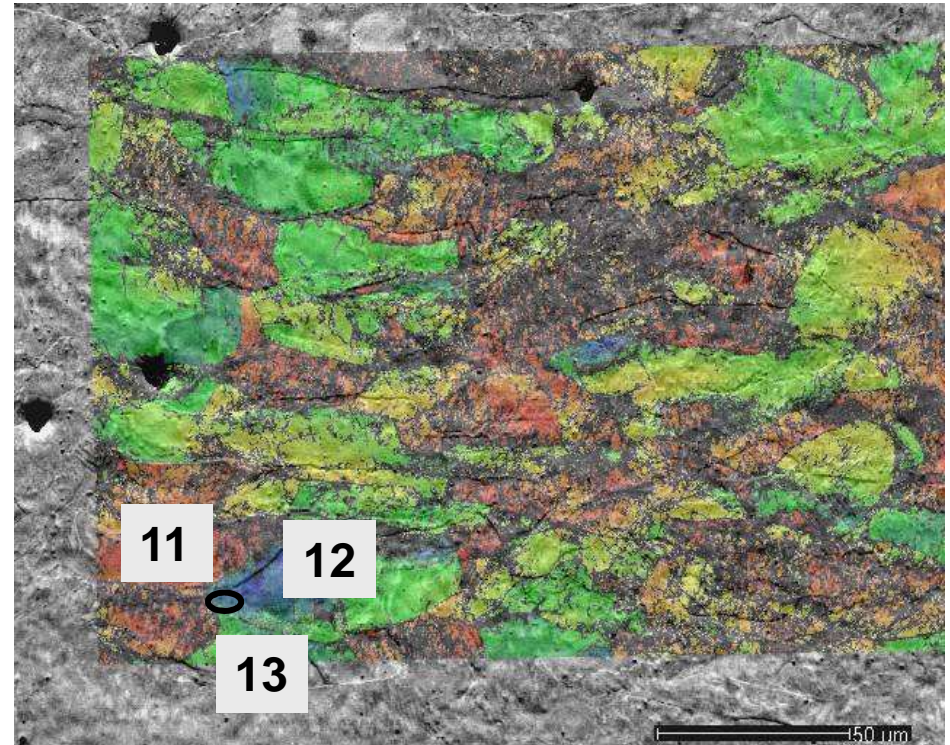
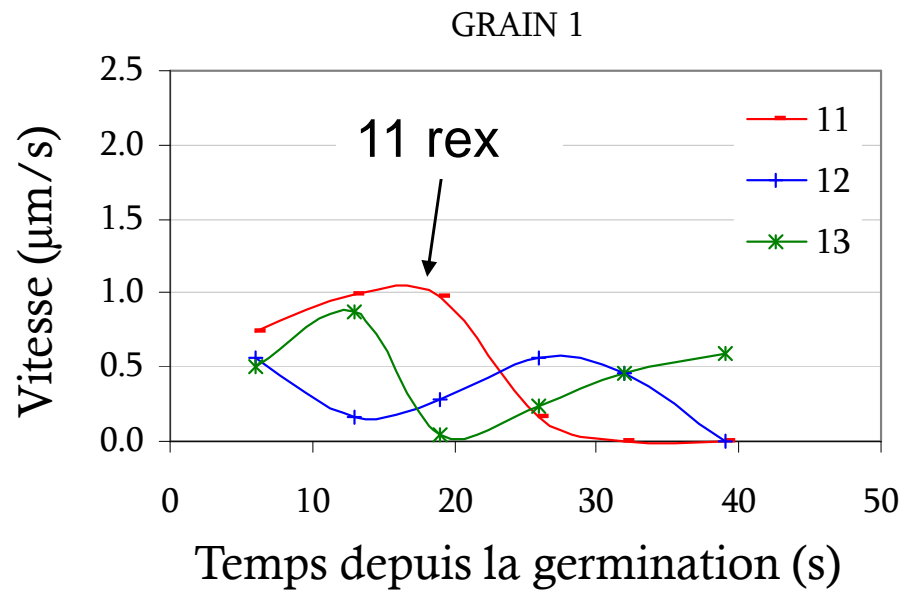
4 grains, calcul des vitesses toutes les 6s dans 8 directions



$\sim 0.5\mu\text{m/s}$

5. Vitesses de migration des joints de grain

Vitesses mesurées / aux grains voisins



Fortes désorientations entre le germe et les grains voisins $\sim 35^\circ$

Autour du grain 2: des grains très fragmentés \rightarrow des vitesses élevées

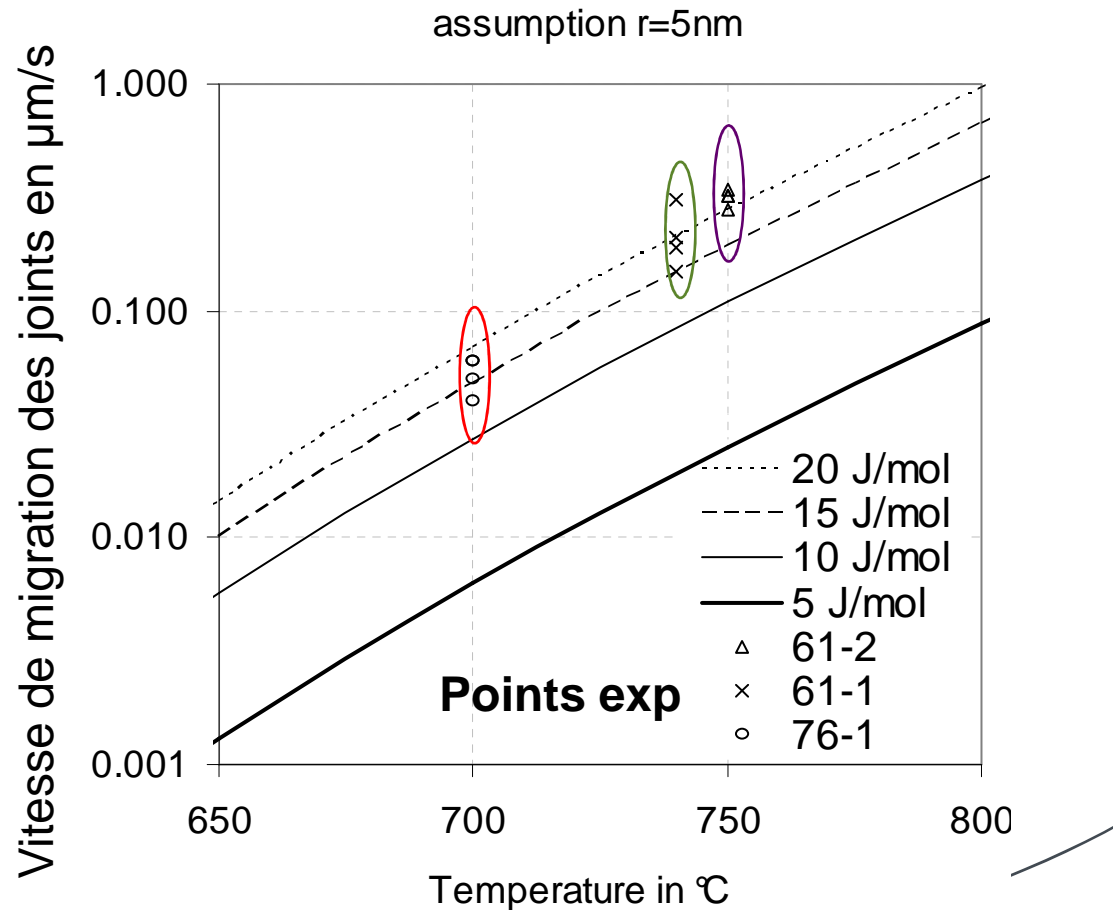
5. Vitesses de migration des joints de grain

Calcul des mobilités : $V=MP$

$$P = P_M \cdot P_Z$$

P_M
 Energie de GB
 Taille de grain

P_Z
 Zener → force en J/mol
 qui retarde la migration
 % TiC en solution solide
 $r=5\text{nm}$



Conclusion et perspectives

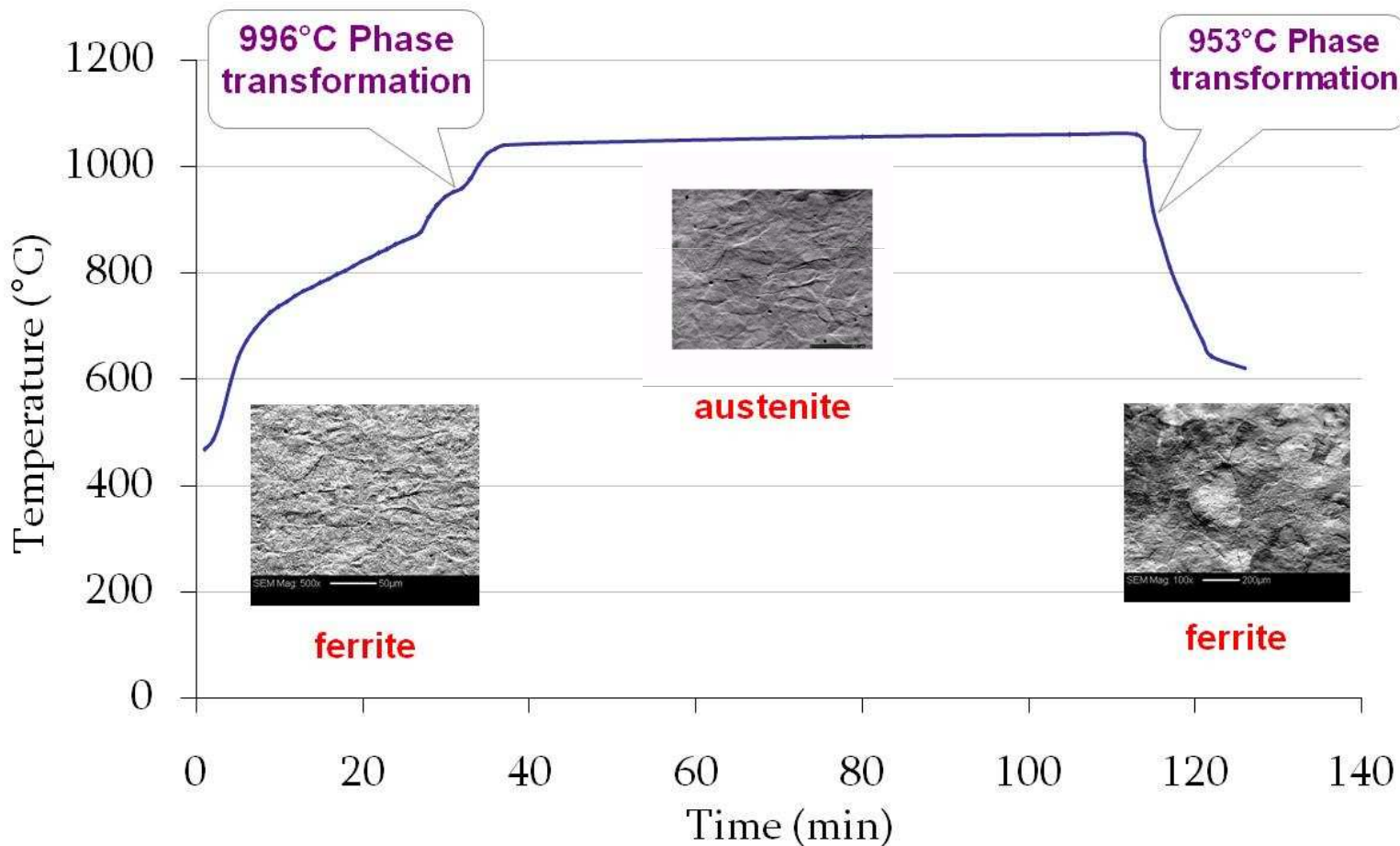
Recristallisation in-situ:

- Suivi de la microstructure pendant le recuit (qualité des images)
- Températures non précises
- Analyses EBSD reliées à la microstructure
- Estimation de vitesses de migration de joints de grain
 - à partir de la microstructure
 - par modélisation

Etudes des transformations de phase

Perspectives

Acier IF laminé à froid de 50% réduction épaisseur Transformation de phase ferrite-austenite Acquisition d'images : 3s

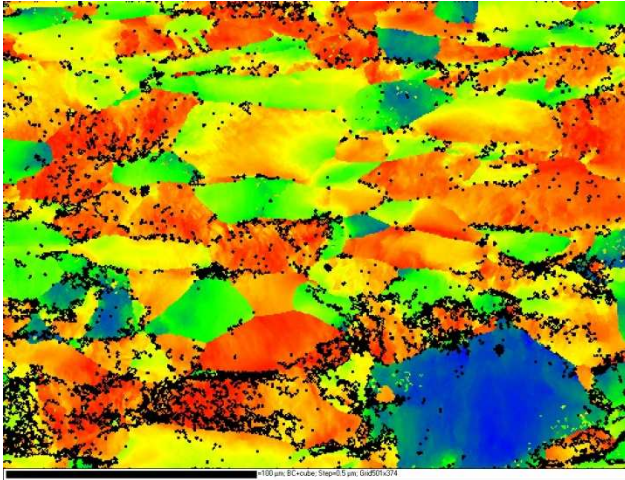


© 2006 – Arcelor – All rights reserved for all countries
Cannot be disclosed, used, or reproduced without prior written specific authorization of Arcelor
CONFIDENTIAL – Privileged Information – Arcelor’s proprietary information

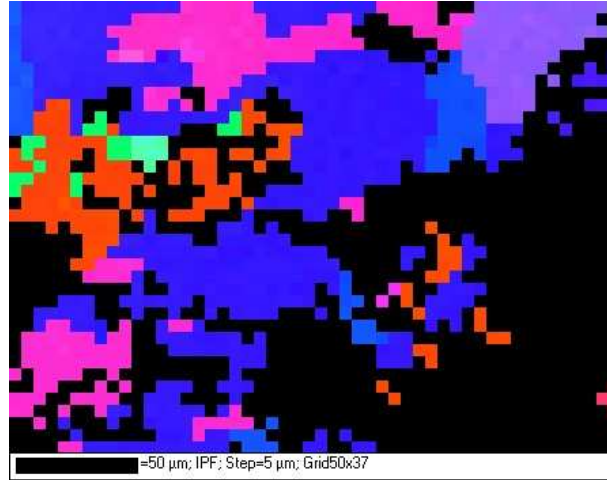
Perspectives

Etudes des transformations de phase: exemple IF 50%

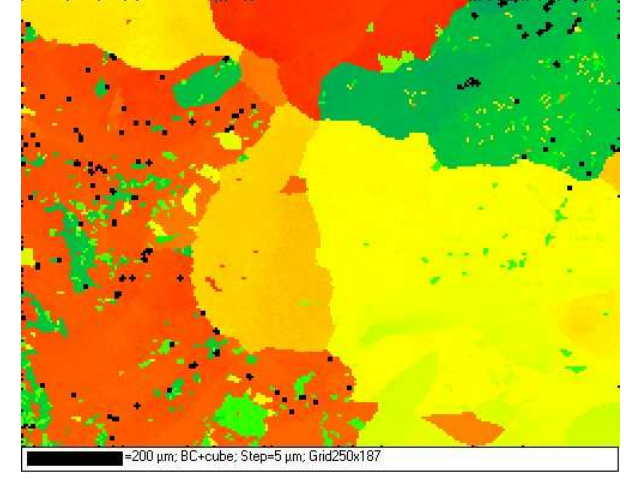
ferrite



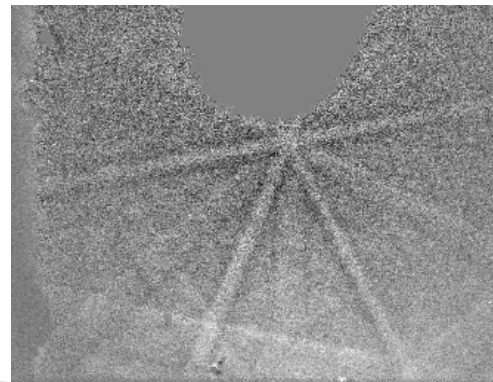
austenite



ferrite



EBSD à 1000°C



© 2006 – Arcelor – All rights reserved for all countries
Cannot be disclosed, used, or reproduced without prior written specific authorization of Arcelor
CONFIDENTIAL – Privileged Information – Arcelor's proprietary information

Merci de votre attention

aurelie.wauthier@arcelor.com

EBSD à Haute Température:

Recristallisation d'un acier IF dans un MEB-FEG à colonne inclinée

A. Wauthier, H. Réglé, D. Prior