

Changement de contraste avec la tension d'accélération sur un détecteur d'électrons transmis pour MEB

François Grillon

Centre des Matériaux P.M. Fourt

ENSMP / ARMINES / CNRS UMR 7633

B.P. 87, 91003 Évry cedex

Tél : 01 60 76 30 34 Mél : francois.grillon@ensmp.fr



Les MEB FEG actuels permettent d'obtenir facilement des images résolues à fort grandissement.

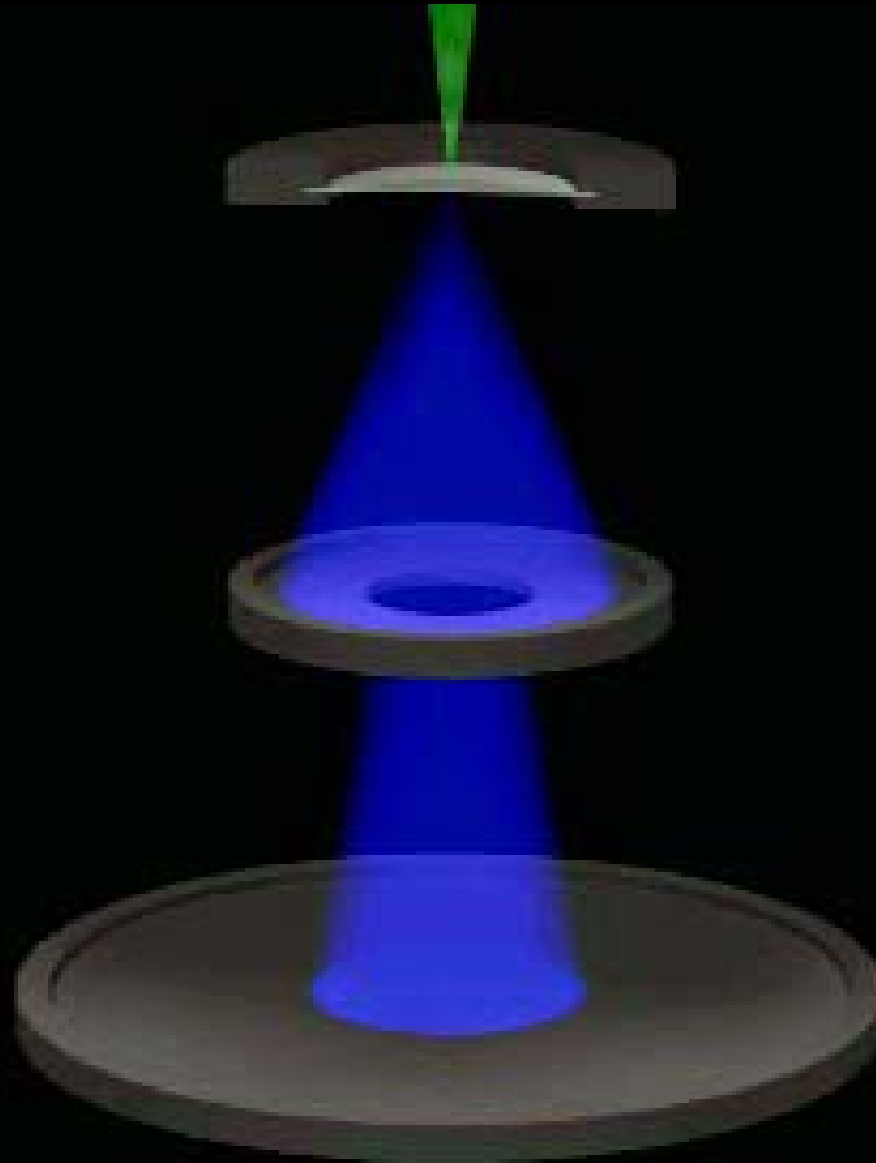
En microanalyse X la résolution reste limitée par les effets de matrice.

L'utilisation d'échantillons minces permet de diminuer ces effets de matrice.

Pour bénéficier en plus de l'amélioration de contraste apporté par les images obtenues en transmission, il est utile de disposer d'un détecteur spécifique.

Le détecteur mis au point permet d'obtenir des images en fond clair et en fond sombre simultanément tout en étant compatible avec l'analyse X.

Principe du détecteur d'électrons transmis



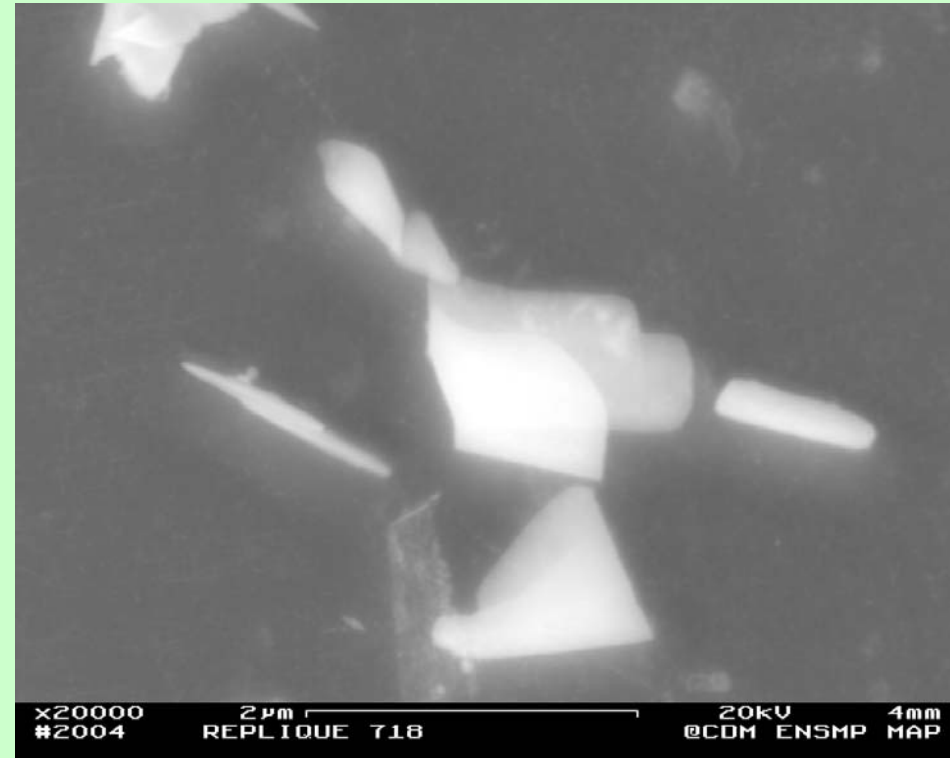
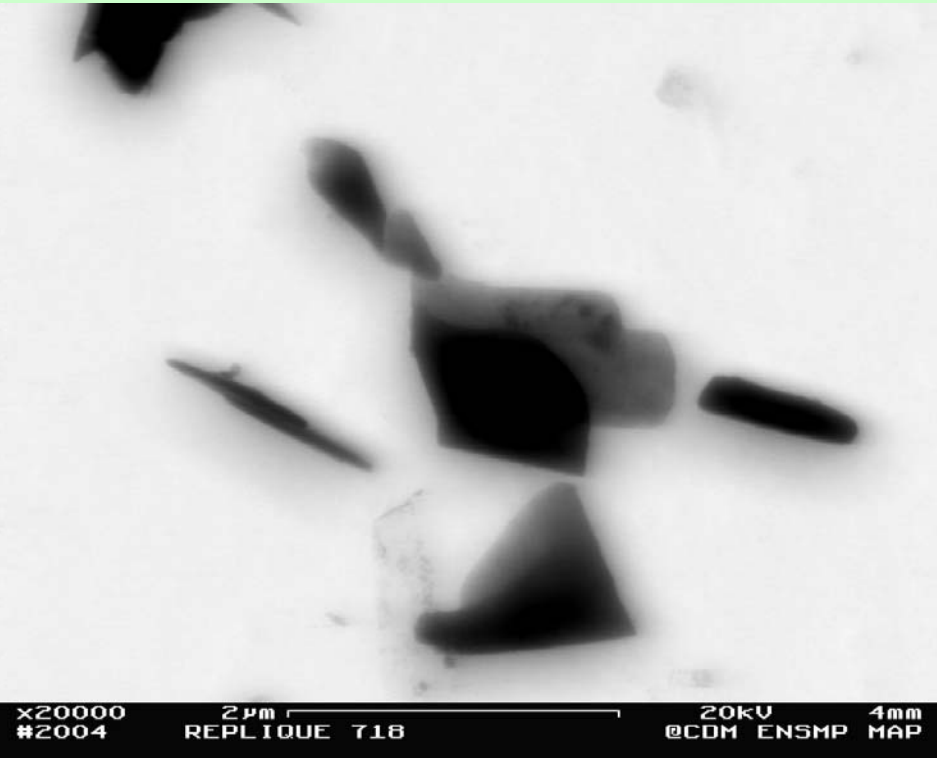
Échantillon : réplique extractive Inconel 718

Précipités présents : Ni_3Al et Ni_3Nb

Observations dans la gamme de tensions d'accélération
de 2 à 20 kV

détection petit angle

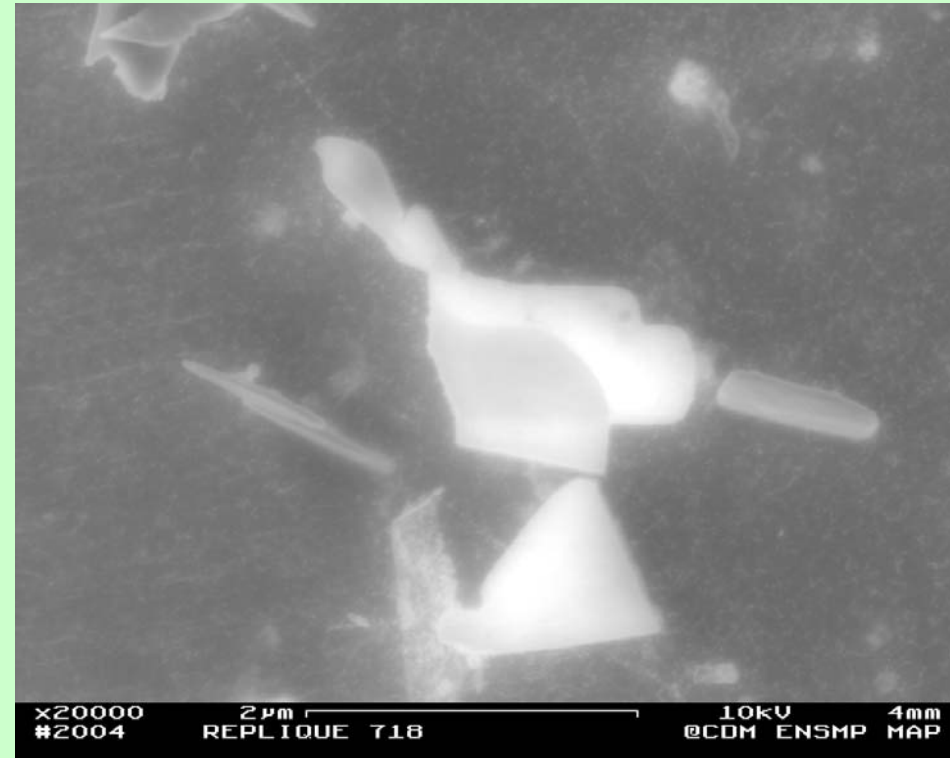
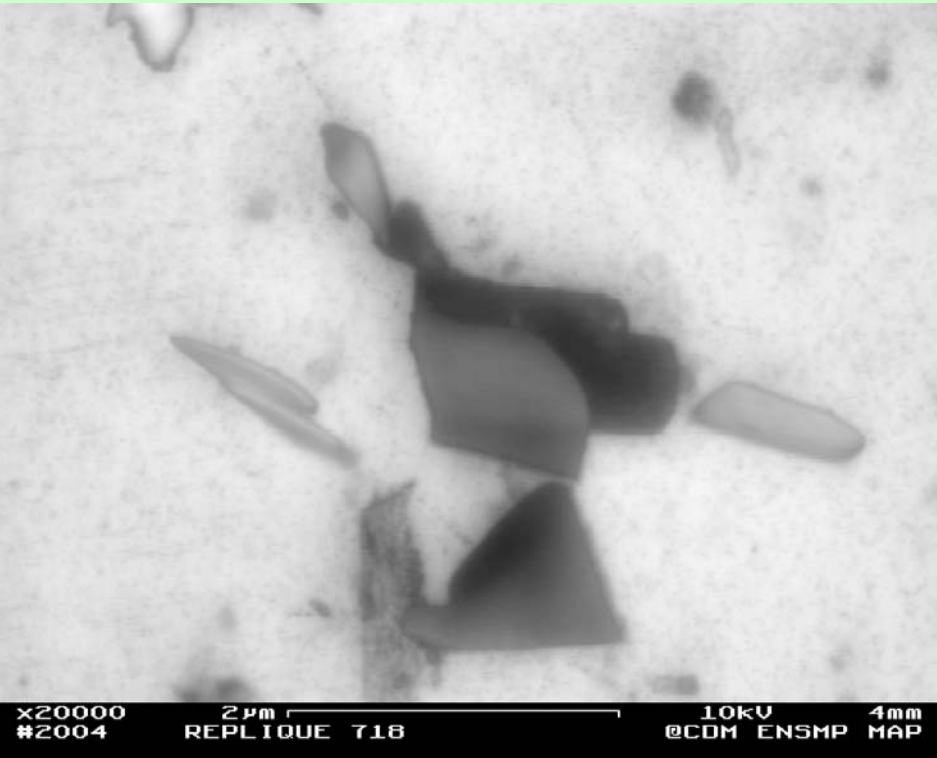
détection grand angle



20 kV

détection petit angle

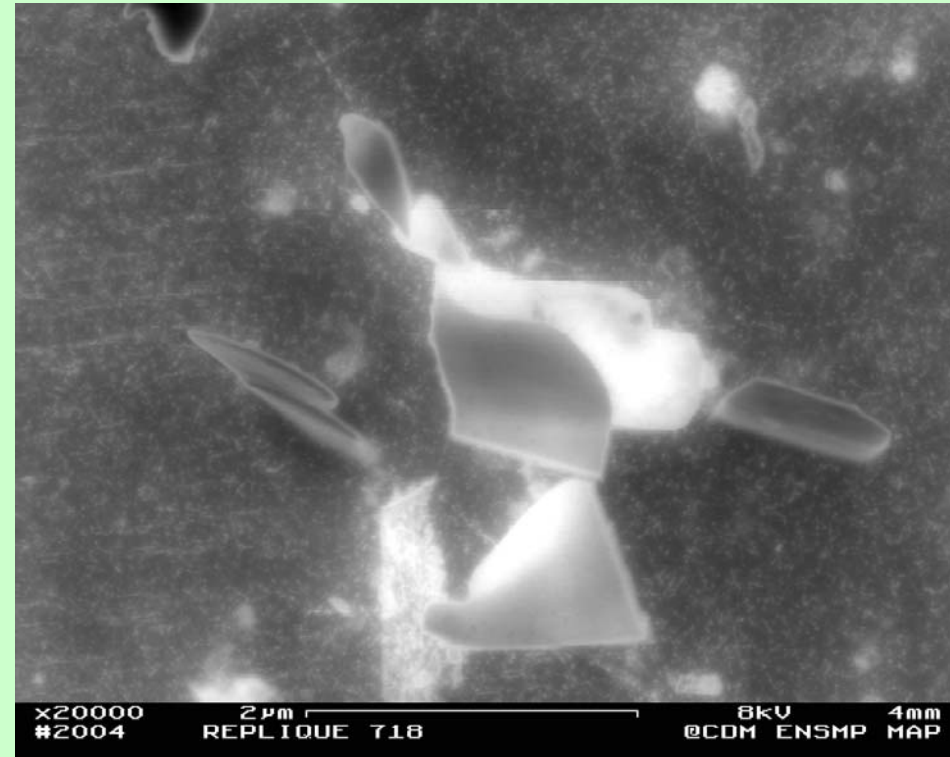
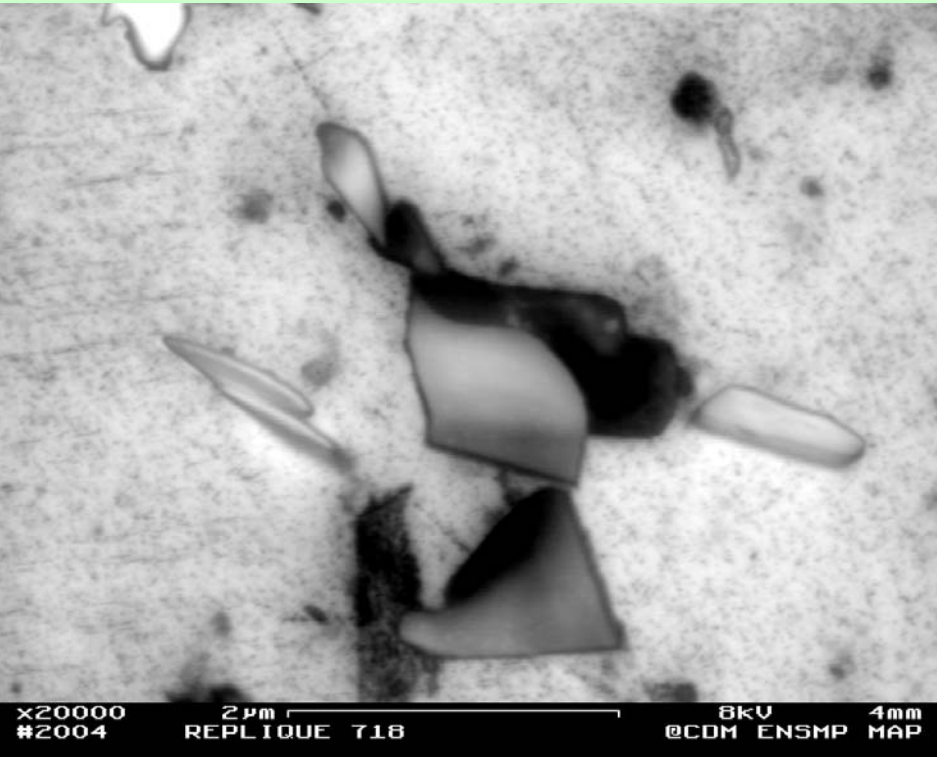
détection grand angle



10 kV

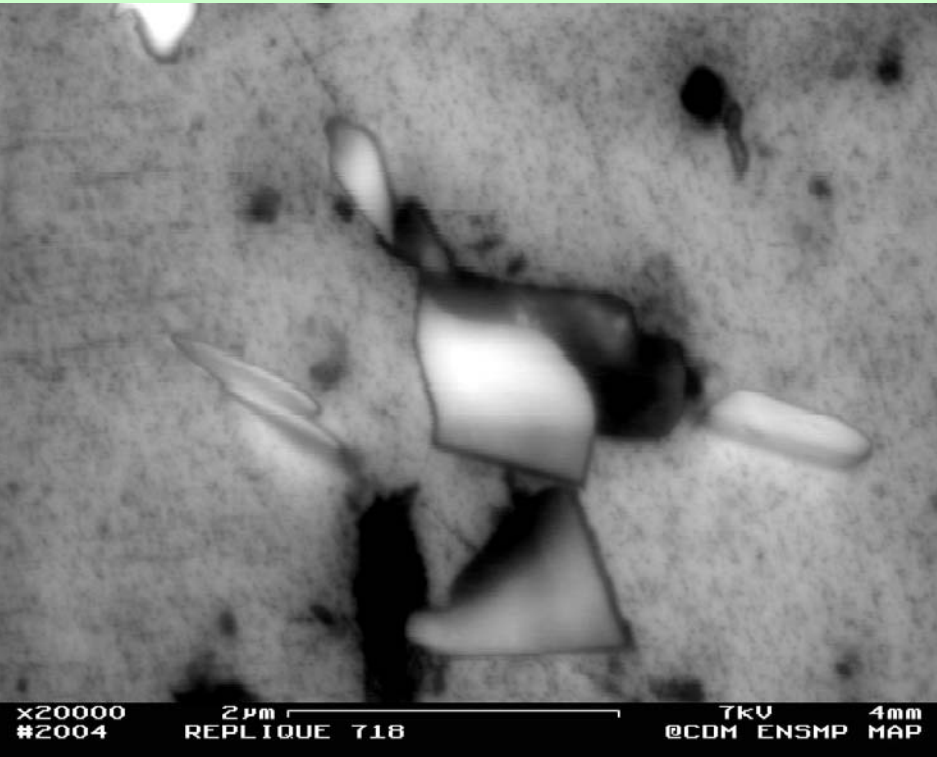
détection petit angle

détection grand angle

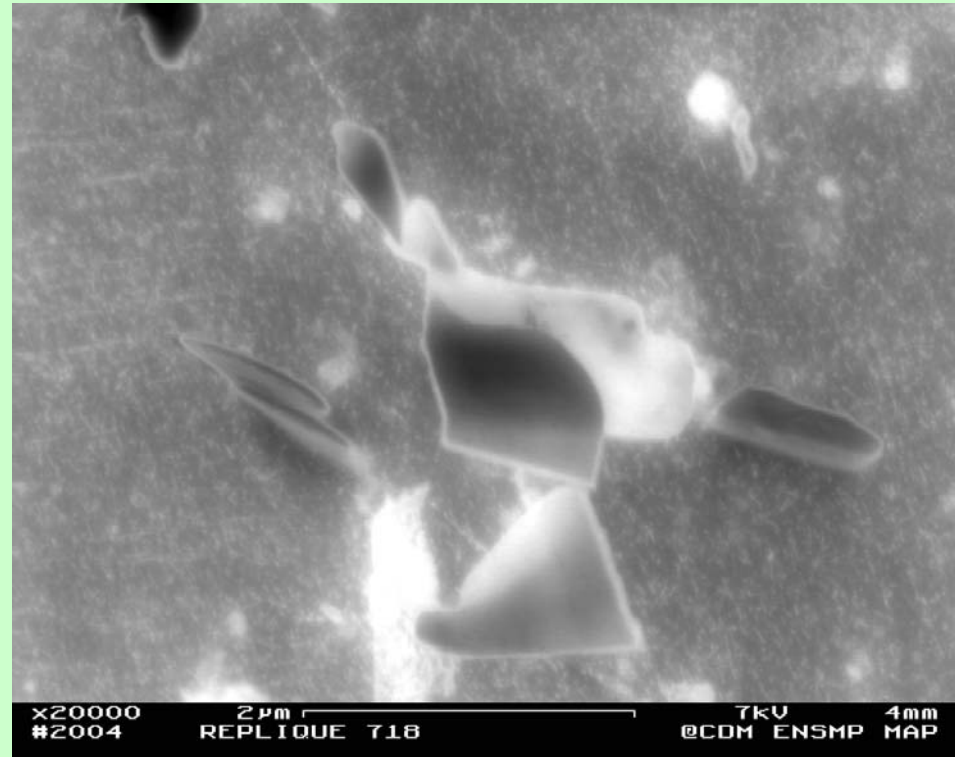


8 kV

détection petit angle

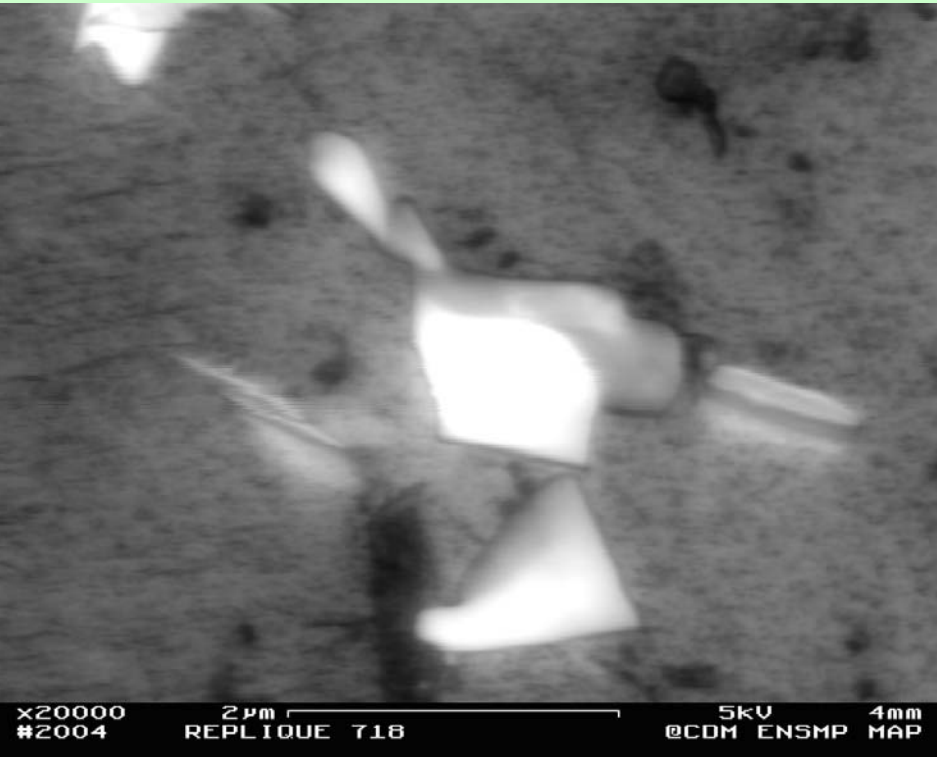


détection grand angle

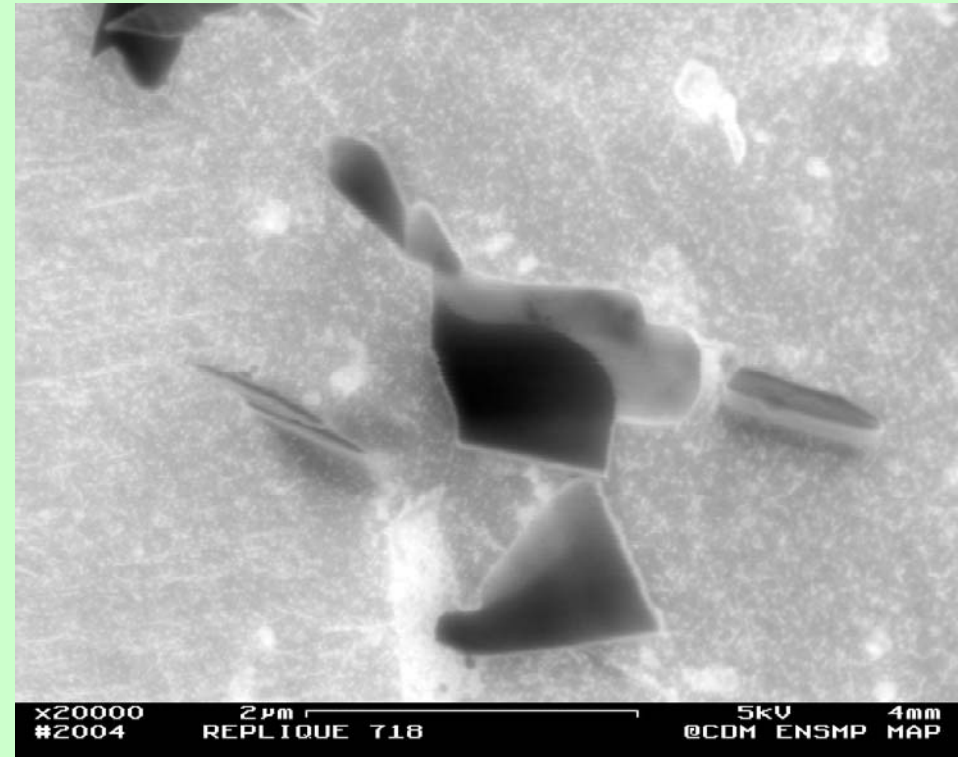


7 kV

détection petit angle

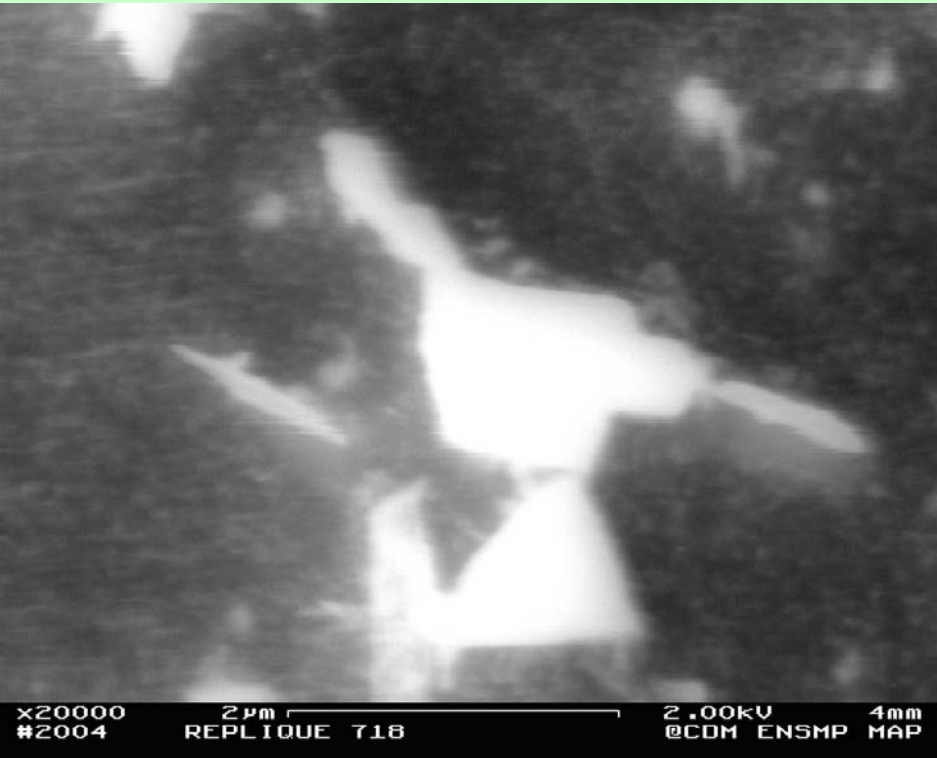


détection grand angle

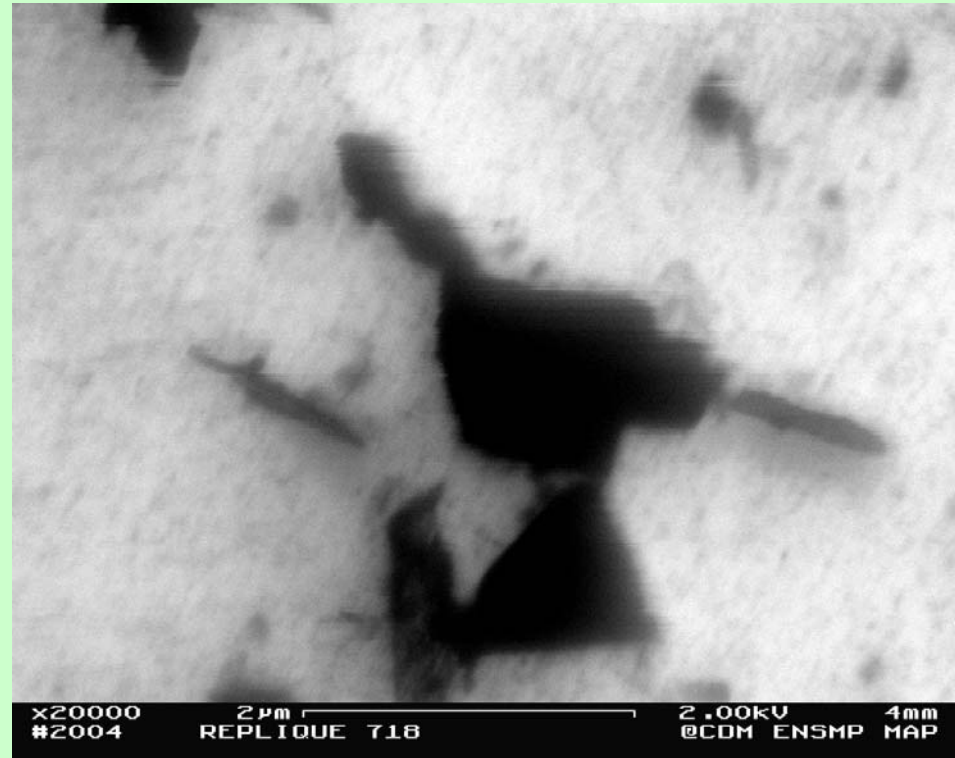


5 kV

détection petit angle



détection grand angle



2 kV

Raisons de cette inversion de contraste ?

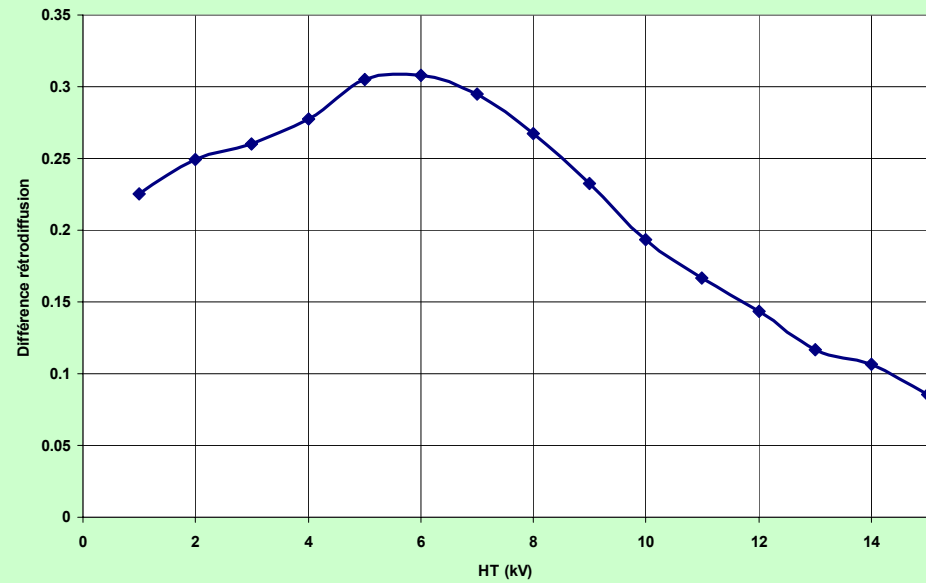
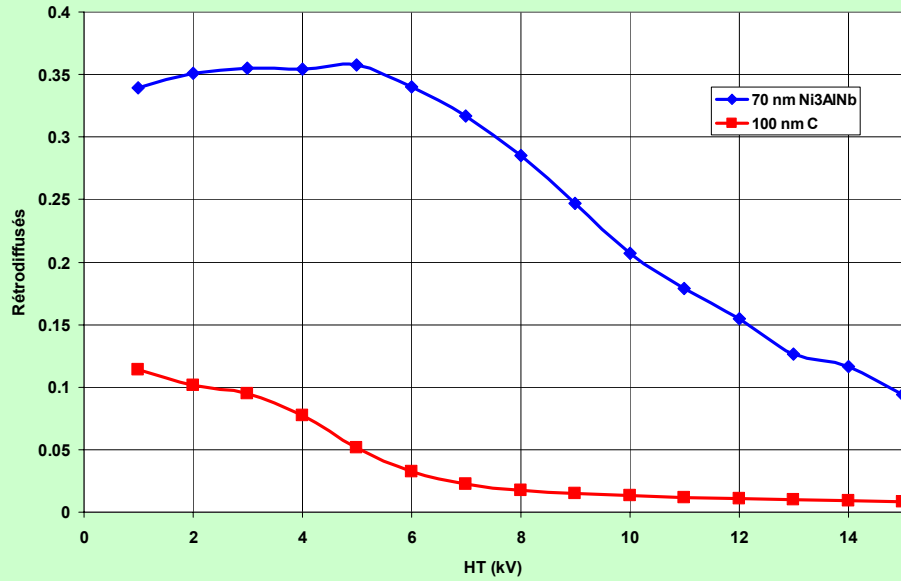
Contraste : différence entre détecteur central ou externe après transmission C ou précipités

Nombre d'électrons rétrodiffusés varie en fonction de la tension d'accélération

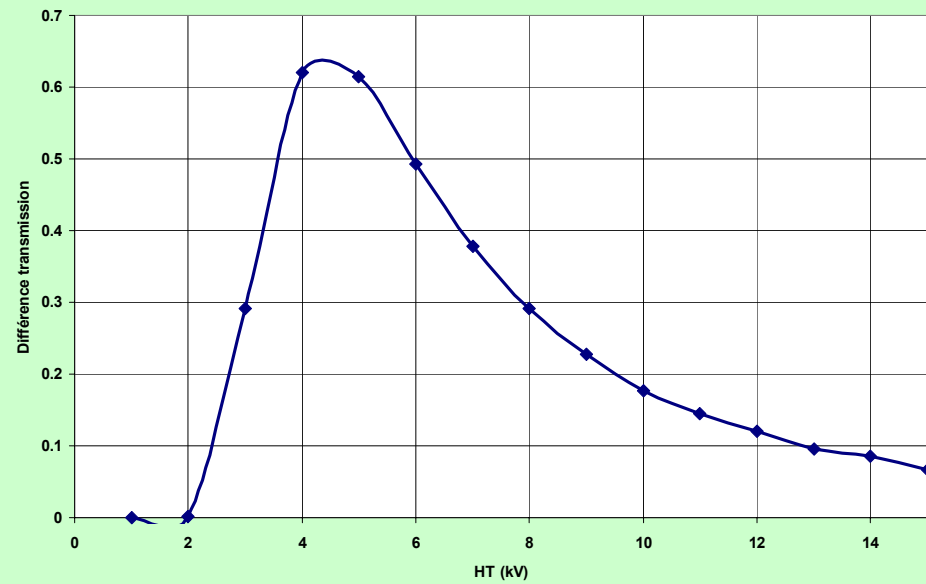
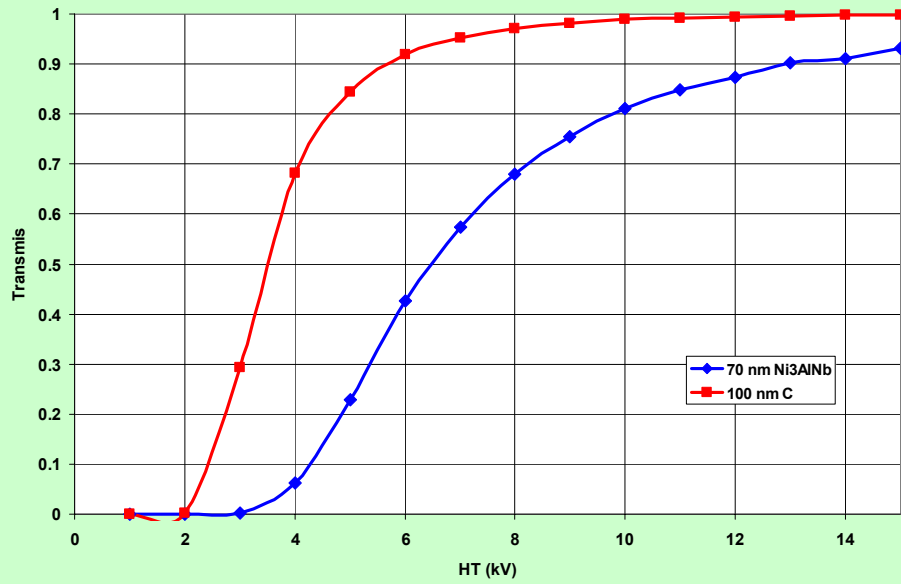
Simulations de Monte Carlo avec le logiciel Hurricane de la société SamX

200 000 trajectoires simulées

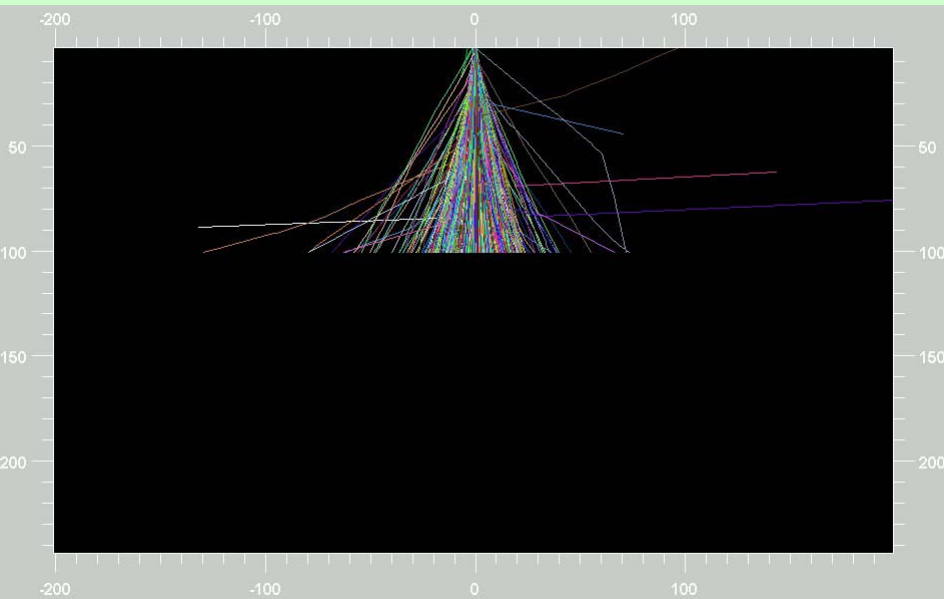
Électrons rétrodiffusés



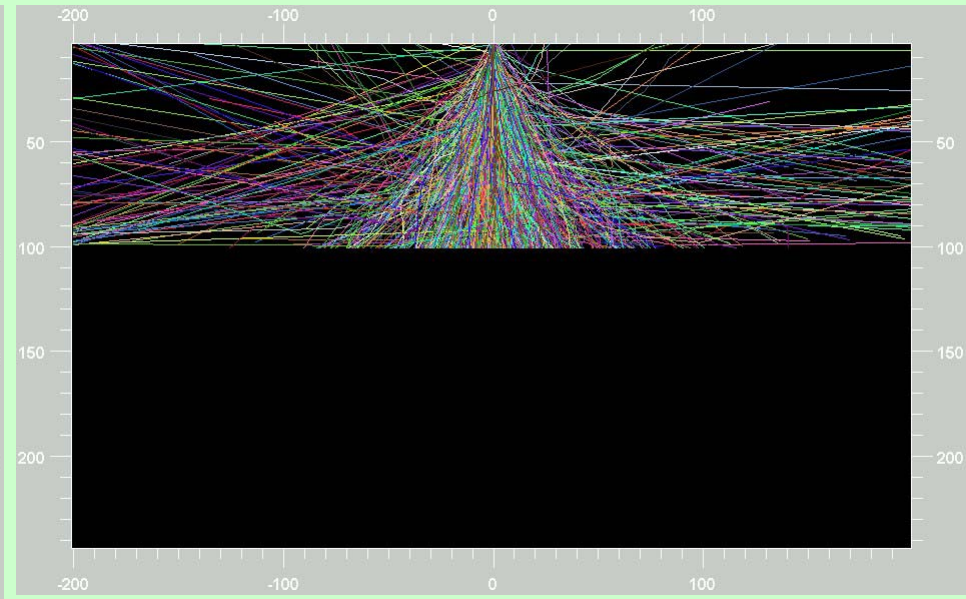
Électrons transmis



Simulations de 100 nm C

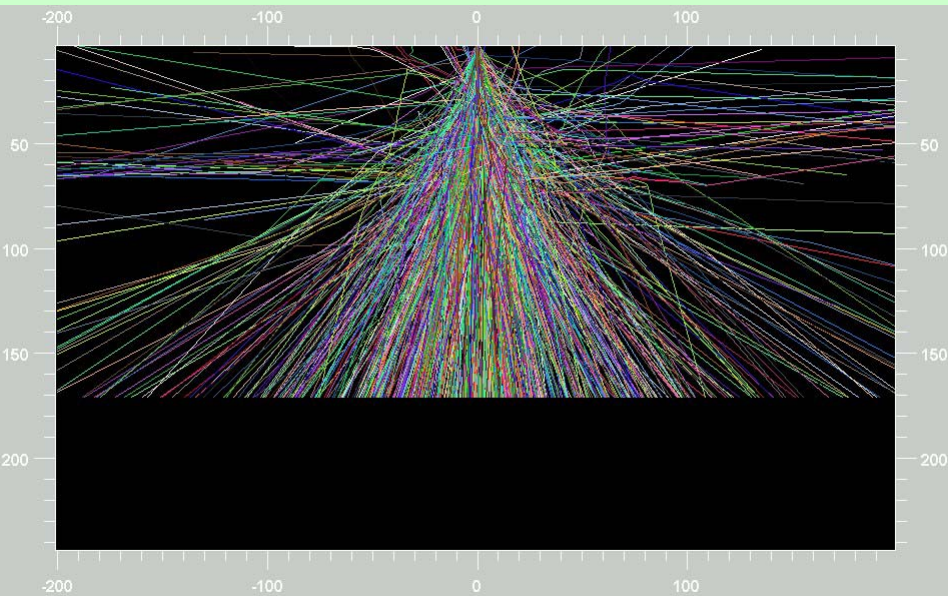


15 kV

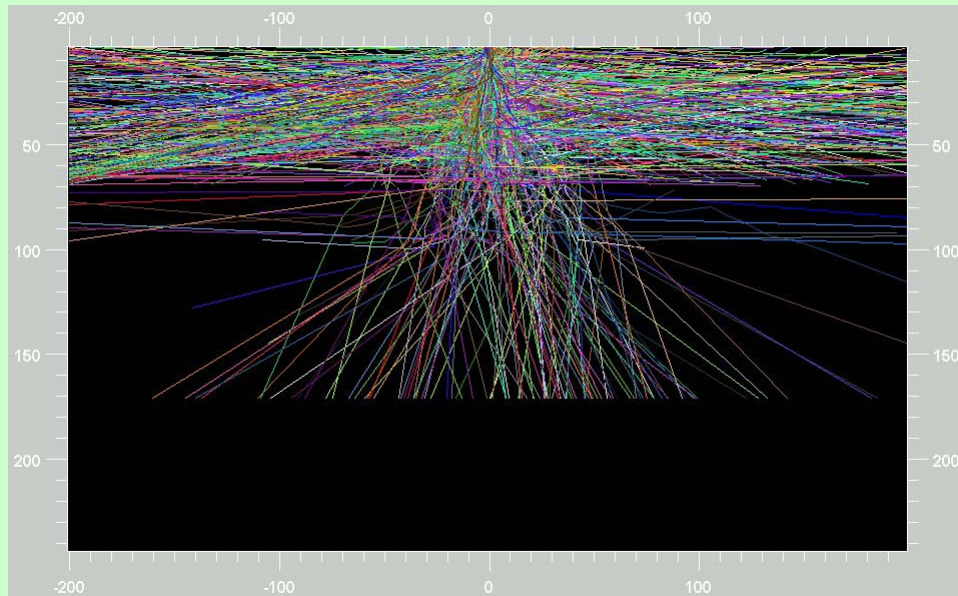


5 kV

Simulations de 70 nm Ni₃AlNb sur 100 nm C



15 kV



5 kV

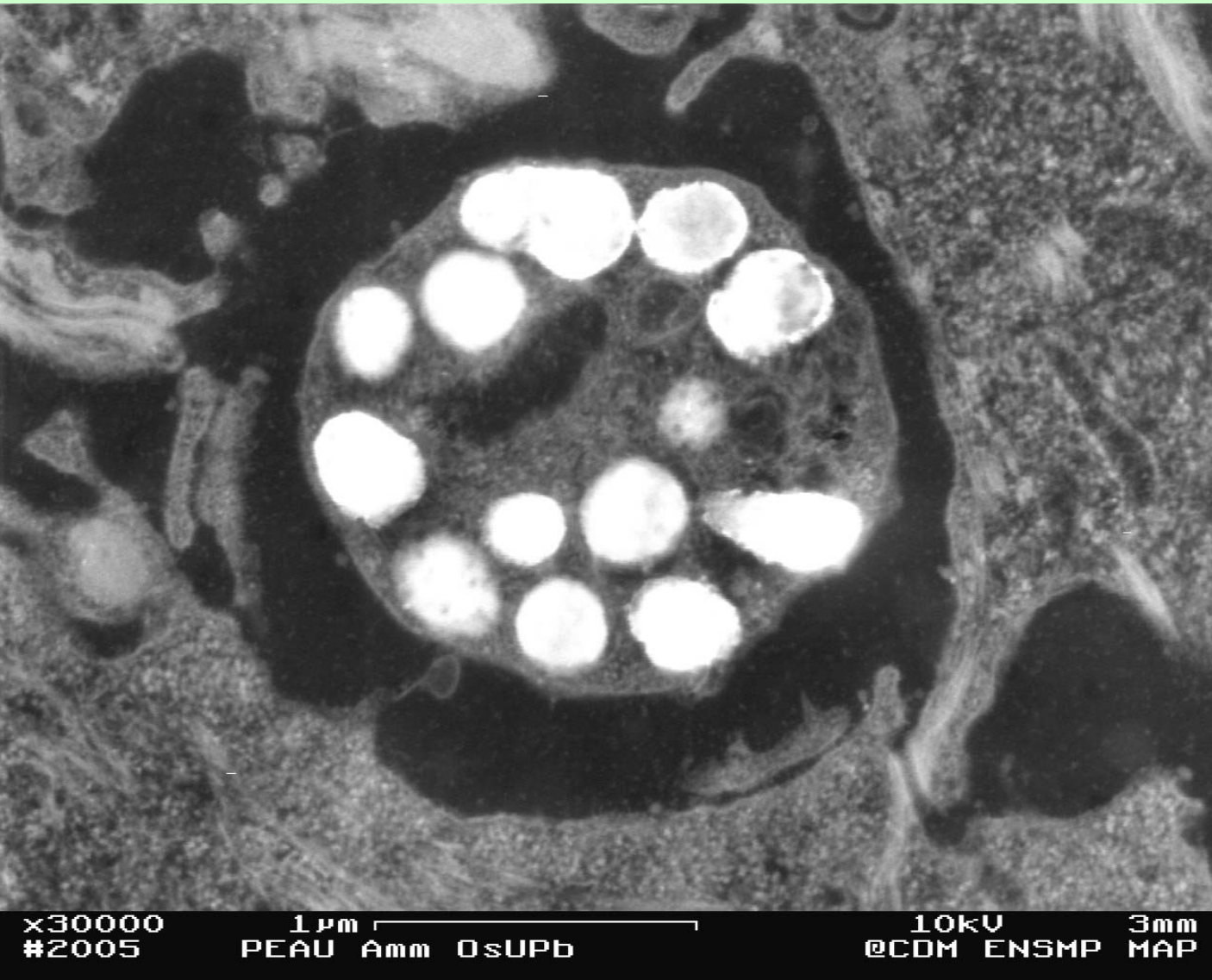
A faible tension d'accélération :

- Forte dispersion des trajectoires dans C
- Forte absorption des électrons par éléments denses
- Trajectoires résiduelles proches de l'axe

Conséquences : inversion de contraste

situation favorable pour échantillons biologiques

Coupe de peau de 80 nm d'épaisseur



Dendrite du
mélanosome
coupée
transversalement
avec
mélanosomes
denses

Coupe de peau de 80 nm d'épaisseur



Fibres de collagène avec quelques grains de protéoglycane (polysaccharide + protéine)

Périodicité de 67 nm environ