

FIB-SEM HITACHI « NB5000 » :

Une solution pour la PREPARATION TRES RAPIDE
D'ECHANTILLONS POUR l'observation ULTRA HAUTE
RESOLUTION



Laurent LOOS
ELEXIENCE
Département de Physique

HITACHI NB5000

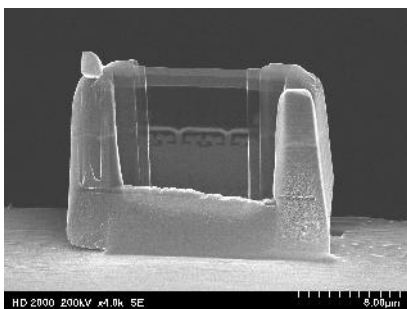
Plan de la présentation

- ◆ **Le FIB pour faire quoi ?**
- ◆ **Besoin des utilisateur pour la préparation des échantillons :**
 - **Pour le FIB**
 - **Pour l'imagerie**
- ◆ **La solution HITACHI : le NB-5000**
- ◆ **Exemples d'applications**
- ◆ **Conclusions**

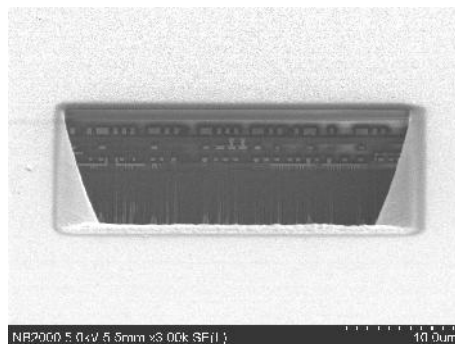
Le FIB pour faire quoi ?



Préparation
d'échantillons
pour le TEM

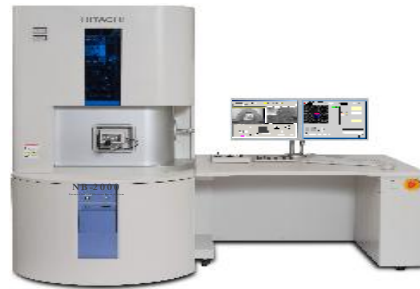


Réalisation de
« cross-section »

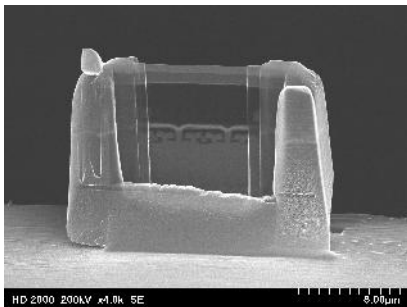


Reconfiguration
de circuit,
lithographie, ...

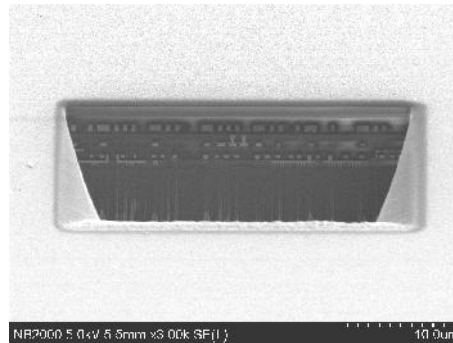
Le FIB pour faire quoi ?



Préparation
d'échantillons
pour le TEM



Réalisation de
« cross-section »



Reconfiguration
de circuit,
lithographie, ...

◆ **« Préparation d'échantillons »**
TEM ; « cross section » ; 3D ; ..

Besoins des utilisateurs Pour le FIB

- ◆ **Observer des objets ou des zones de plus en plus petites**
 - **Système très stable mécaniquement**
 - **Faisceau d'ions le plus stable possible**
 - **Faisceau d'ions le plus petit possible**
 - **Possibilité de prélever ces zones**

- ◆ **Préparer des zones de plus en plus grandes (> 100µm)**
 - **Faisceau d'ion avec beaucoup de courant**

- ◆ **Possibilité de protéger la zone à préparer**

- ◆ **Possibilité de prélever la zone à préparer**

- ◆ **Travailler de plus en plus rapidement**
 - **Demande de préparation de plus en plus forte**
 - **Raisons économiques**

Besoins des utilisateurs Pour l'observation (SEM)

- ◆ **Etre capable d'observer la zone en cours d'usinage en temps réel**
- ◆ **Avoir une bonne qualité d'image pour faire des observation « in situ »**
- ◆ **Pour les préparation TEM : le mode STEM permet de contrôler la qualité de lame**

Approche d'HITACHI pour la préparation d'échantillons Cas du NB5000

- ◆ **Avoir le « meilleur outil » : priorité au FIB**
 - La colonne FIB est placée verticalement
- ◆ **Polyvalence de colonne FIB**
 - Tension variable de 40kV à 1kV
 - Courant variable de +70nA (spot de 1 μ m) à 1nA
- ◆ **Stabilité mécanique**
 - « Cross section » à tilt proche de 0
 - Platine de type TEM pour les préparations TEM : plus de stabilité
- ◆ **Dépôts de protection**
 - C (en mode SEM et FIB)
 - W

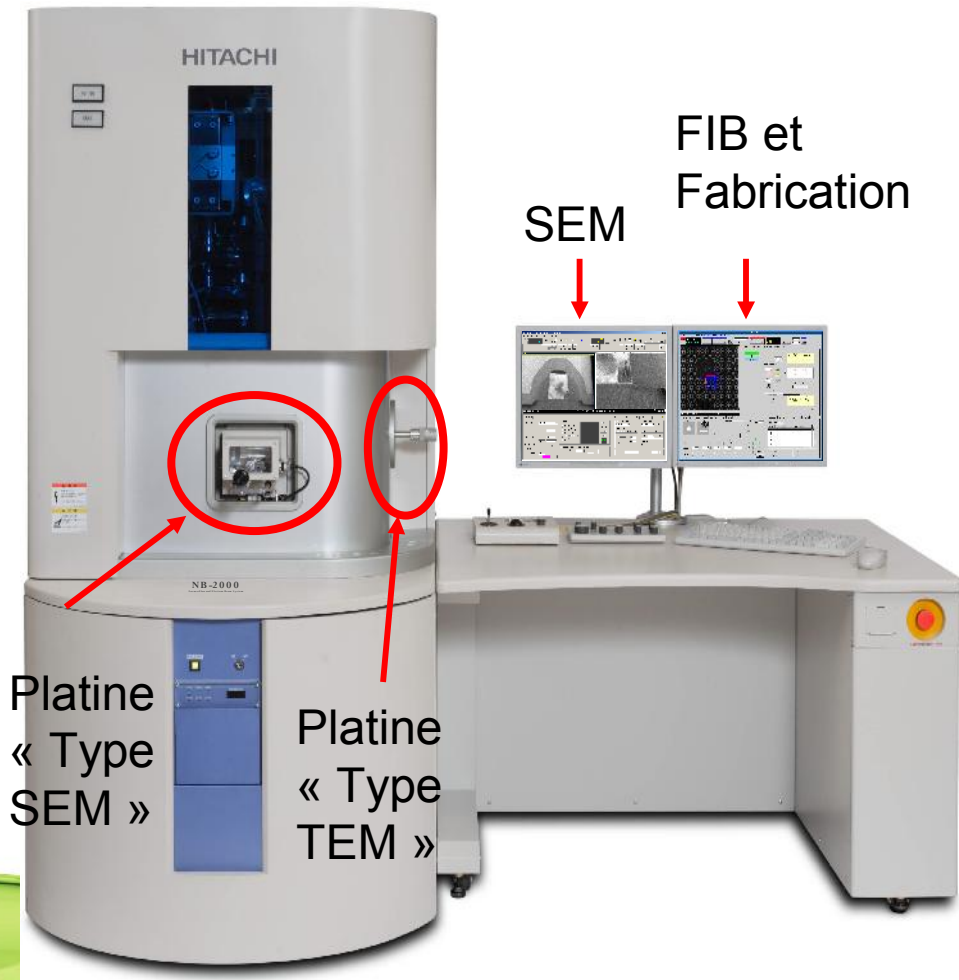


Approche d'HITACHI pour la préparation d'échantillons Cas du NB5000

- ◆ **Possibilité de prélever une zone précise**
 - **Systeme de Micro Sampling de 2nd génération**
- ◆ **Avoir de « bons yeux » : très bonnes performances en SEM et STEM**
 - **Résolutions**
 - SEM : 1nm @15kV (coïncidence)
 - STEM : 0.8nm @30kV (champ clair)
- ◆ **OPERATEUR : système le plus simple d'utilisation et complètement intégré**



HITACHI FIB-SEM NB-5000



Les colonnes FIB et SEM du NB5000

◆ FIB

- LMIS Galium
- 40kV à 1kV

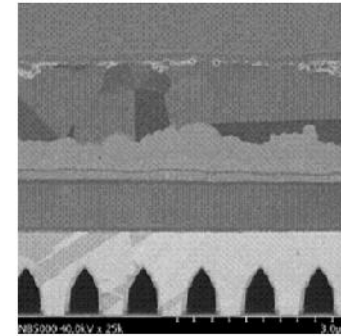
◆ SEM

- La colonne SEM est similaire au SEM SU-70
- FEG Schottky
- 30kV à 0.5kV

Les modes d'observations du NB5000

◆ FIB

- Mode SIM (utilise le détecteur « SE-L »)



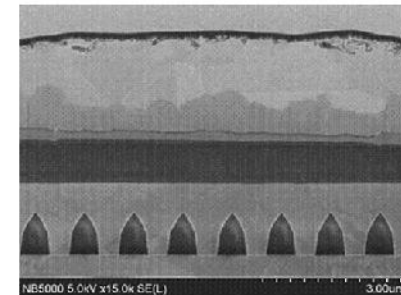
(b) 40 kV SIM image

◆ SEM

- Mode d'imagerie

- « Normal Mode » (utilise en même temps que le FIB)
- « HR mode » avec un champ magnétique externe pour l'imagerie haute résolution

- STEM

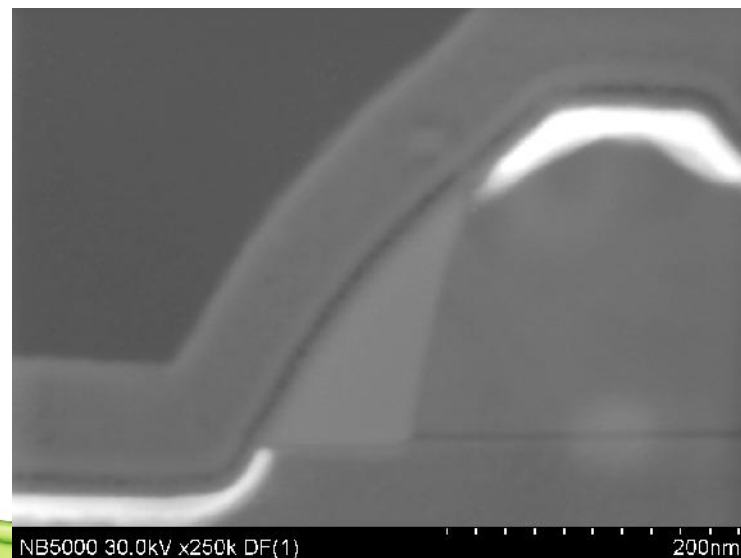
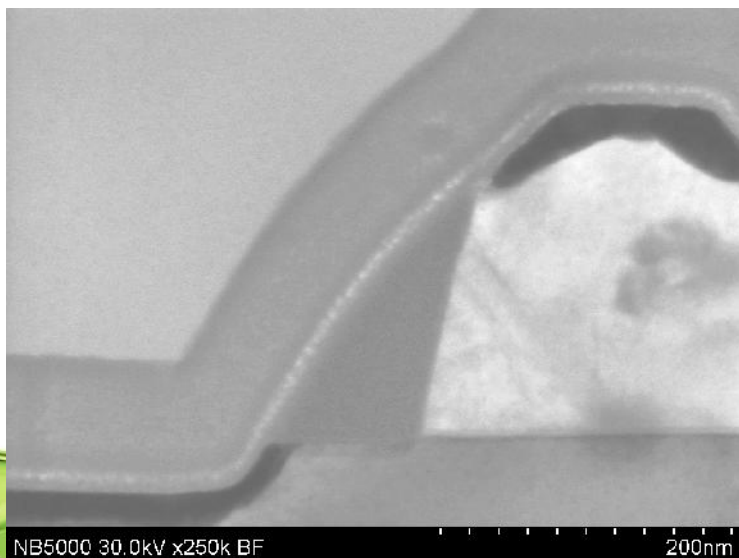
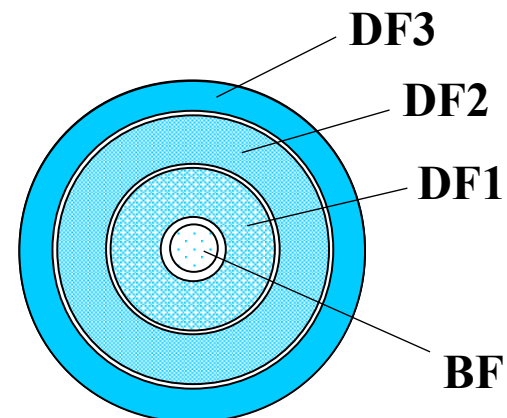


(a) 5 kV SEM image

Les modes d'observations du NB5000

◆ STEM

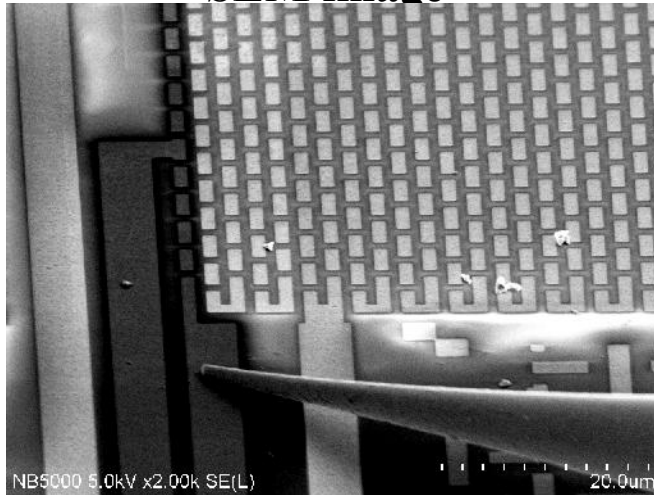
- Détecteur « multi zones » BF et DF (3 zones)
- Résolution 0.8nm @ 30kV



Les modes d'observations du NB5000

- ◆ **EBAC (Courant Absorbé par l'échantillon)**
 - Utilise la pointe du « micro sampling » comme détecteur

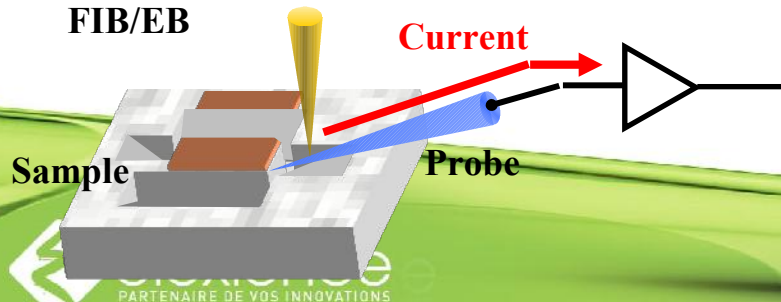
SEM image



EBAC* image



FIB/EB



Résumé des caractéristiques du FIB-SEM NB-5000

		NB5000
FIB	Ion Source	Ga LMIS
	Accelerating Voltage	1 ~ 40kV
	Maximum Beam Current	+ 70nA (Spot de 1µm)
	SIM Resolution	5nm
SEM	Electron Source	Schottky Emission
	Accelerating Voltage	0.5 ~ 30kV
	SEM Image Resolution	1.0nm@1 5kV
	Maximum Beam Current	30nA
Stage	Eucentric Stage	Standard 50(30)×50(30)mm ()with side-entry stage
	Sample Size	Φ50(30)mm ()with side-entry stage
	Side-entry Stage	Option
Deposition	Material	2ch (W/C selective)
	IN/OUT Motion	Air Drive (High Speed)
Micro-sampling	Manipulator	Standard
	IN/OUT Motion	Air Drive (High Speed)
	Absorption Current Imaging	Option

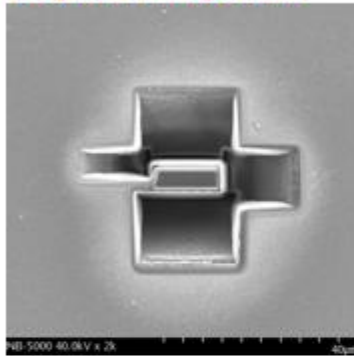


Application 1 Microsampling et préparation de lamelle TEM

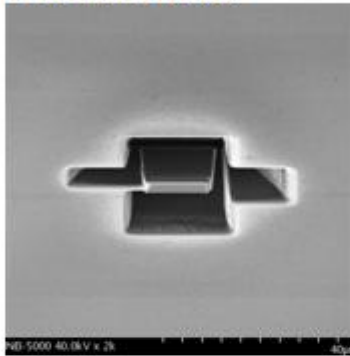
- ◆ Temps pour faire le prélèvement : moins de 20 minutes

SIM Image

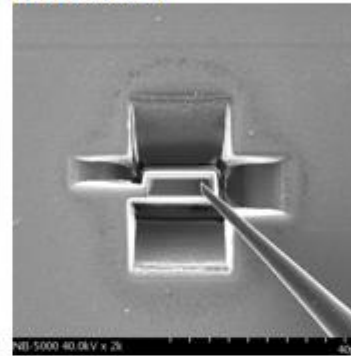
Surface protection:2min
Peripheral milling:3.4min



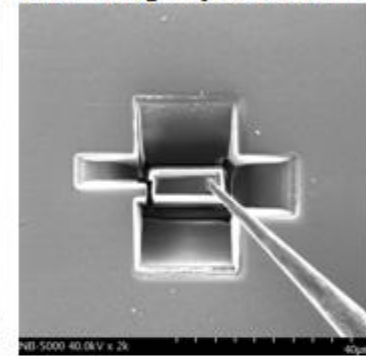
Bottom cut-off:1min



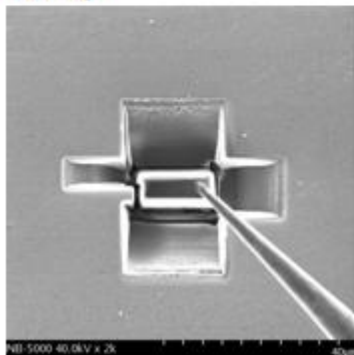
Probe contact



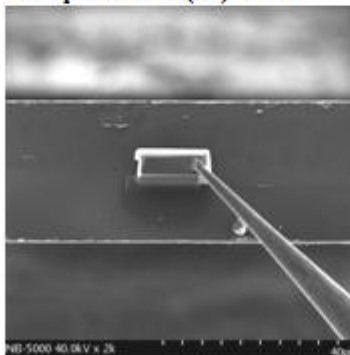
Probe welding(W):2min
Micro-bridge separation:1min



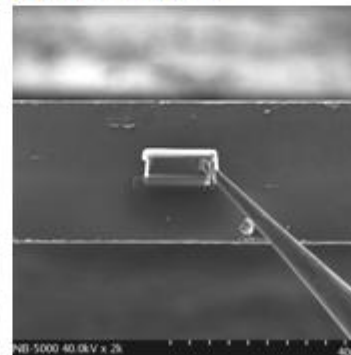
Pick-up



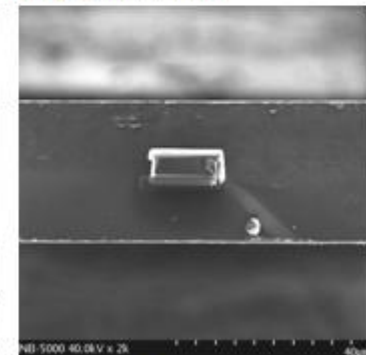
Sample fixation(W):3min



Probe cut-off:1min



Probe evacuation



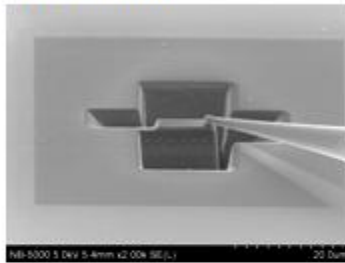
Application 1 Microsampling et préparation de lamelle TEM

- ◆ Temps pour faire le prélèvement : moins de 20 minutes

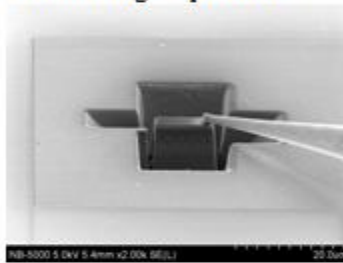
SEM Image

Observing direction:
58° from specimen surface

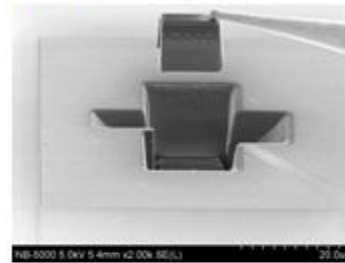
Probe welding



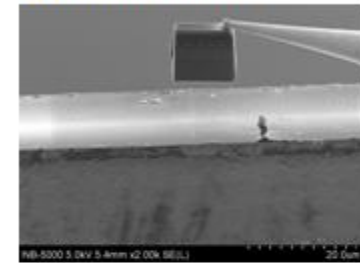
Micro-bridge separation



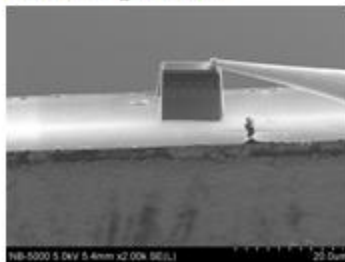
Pick-up



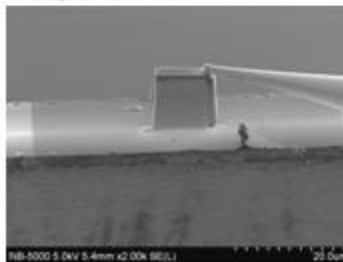
Approaching carrier



Contacting carrier



Sample fixation



Probe cut-off



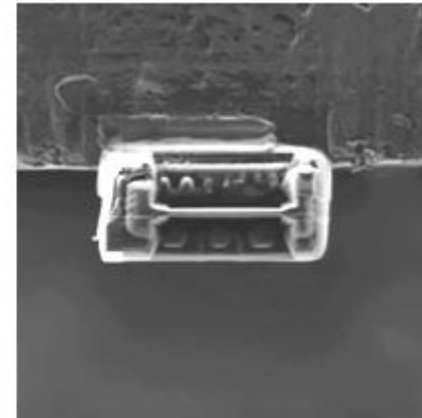
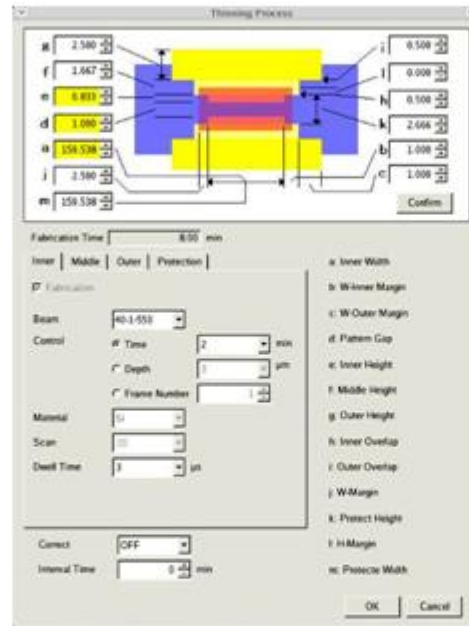
Probe evacuation



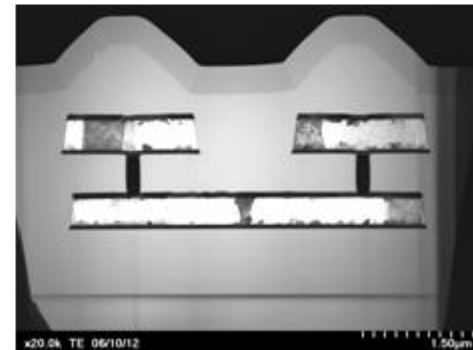
Application 1

Microsampling et préparation de lamelle TEM

Auto fabrication assist for final lamella preparation:



Top-view of thin-film



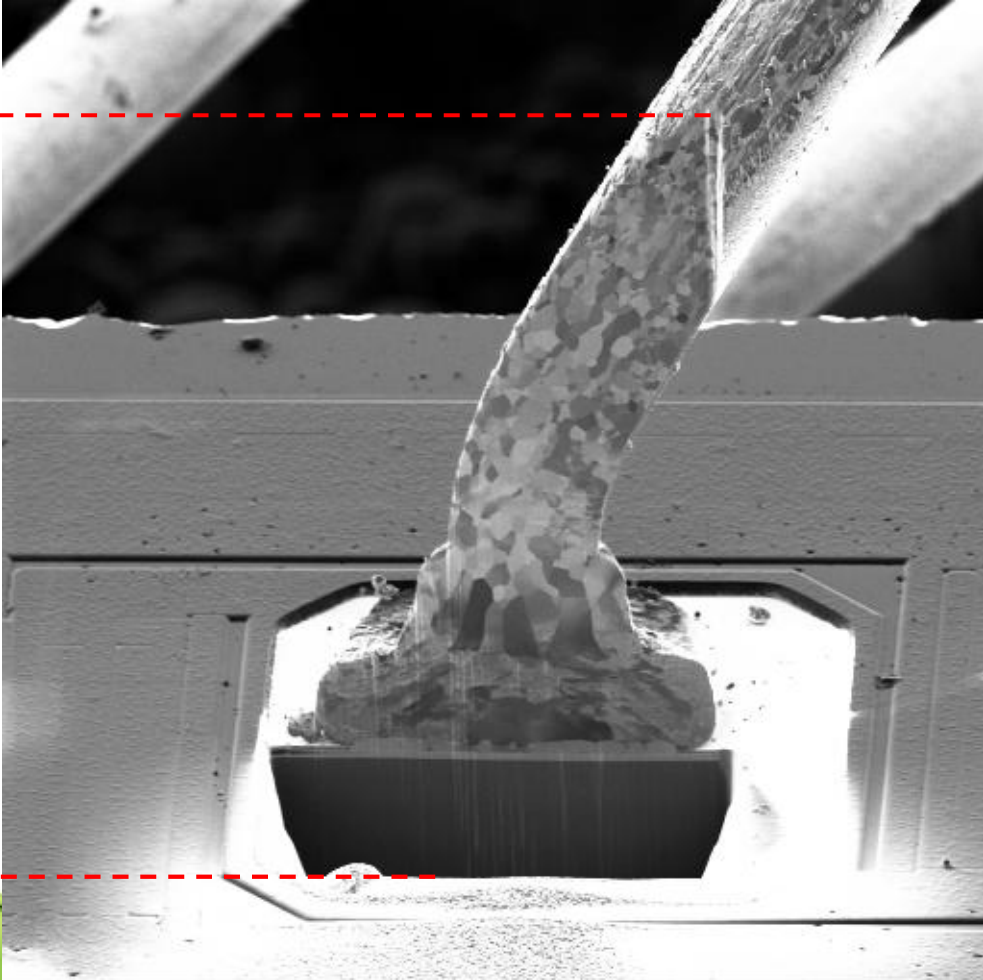
Cross-sectional STEM with HD-2300

Application 2

Cross section de $130\mu\text{m} \times 75\mu\text{m}$

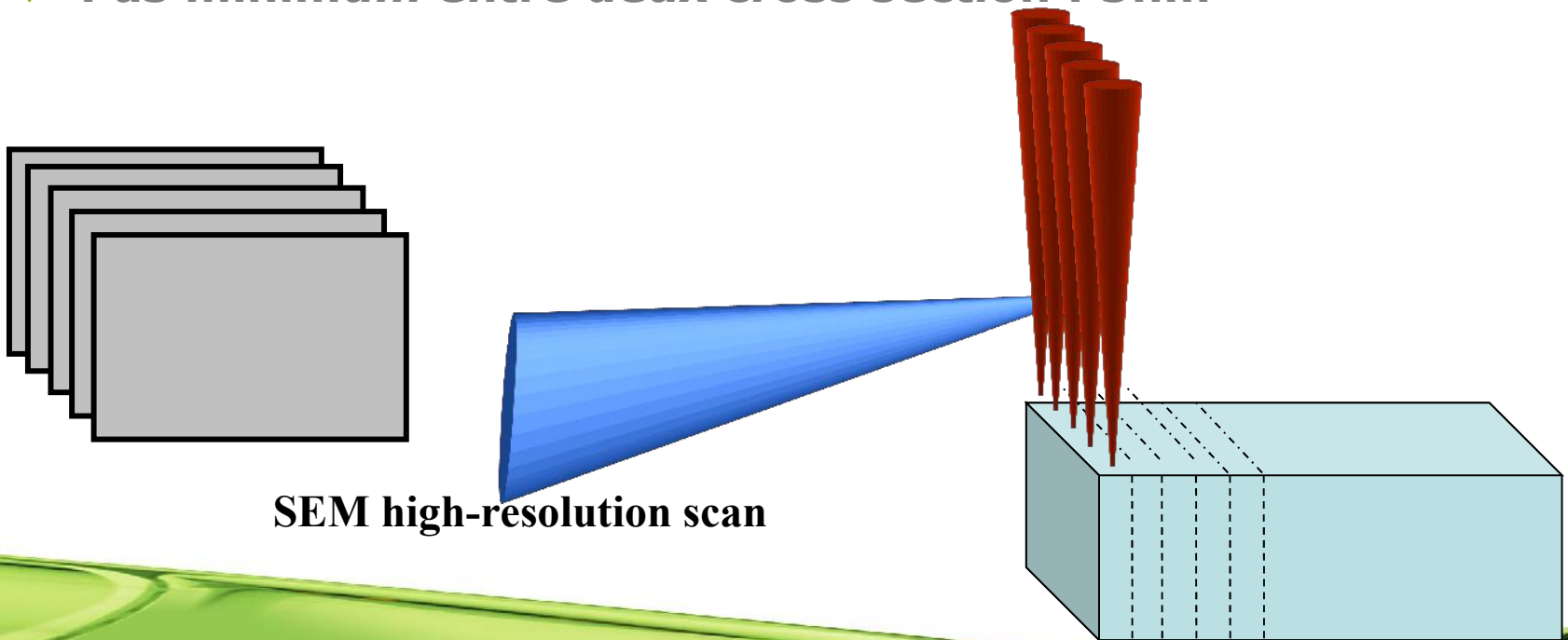
Milled area: $130(\text{h}) \times 75(\text{w})\mu\text{m}$ Milling time: **19 min.**

130 μm



Application 3 Reconstruction 3D d'une cellule

- ◆ Fonction « Mill Monitor » permet d'automatiser la série de prise de vue pour faire de la reconstruction 3D
- ◆ Pas minimum entre deux cross section : 5nm



- ◆ **Géométrie du système innovante optimisée pour le préparation d'échantillons**
 - **Colonne FIB à la verticale combiné avec une colonne SEM (FEG) haute résolution inclinée**
 - **Optique de la colonne FIB optimisée**
 - pour obtenir de très forts courants ($> 90\text{nA}$) tout en conservant une très bonne résolution (colonne FIB avec un faible Cs)
 - De tension et courant variable (40kV à 1kV et 90nA à 1nA)
 - **2 Platines porte objet : 1 cartésienne 4pouces et 1 platine eucentrique « type TEM »**
 - **Détecteur STEM « multi zones » (1 zone champ clair, 3 zones champ sombre)**

- ◆ **Fonctions logicielles aidant l'opérateur à positionner les boîtes de gravure afin de préparer la bonne zone**

- ◆ **Procédures d'usinage des échantillons automatiques faisant appel à la reconnaissance d'image, au prélèvement automatique de l'échantillon (micro sampling), définition de la fin du procédé d'usinage**