

## STEM – Résumé du cours

**Principe :** Le faisceau est focalisé et balaye l'échantillon.

=> transmission des électrons

=> acquisition de l'image point par point

=> intégration des signaux sur la surface des détecteurs

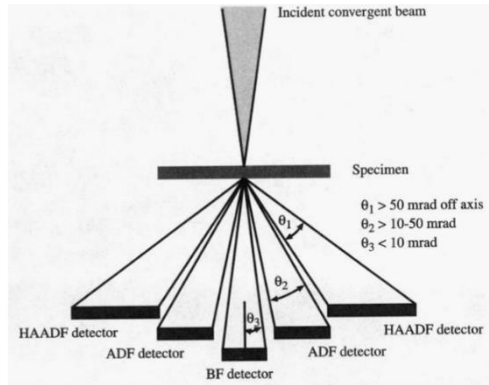


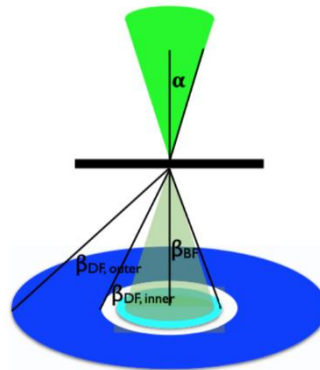
Schéma des trois détecteurs

**Détecteurs :**

- BF : électrons transmis, disque central
- ADF : électrons diffractés, à faibles angles, 1<sup>ème</sup> anneau
- HAADF : électrons diffusés, à grand angles, 2<sup>ème</sup> anneau
- (EDX) : rayons X

**Angles de convergence et de collection :**

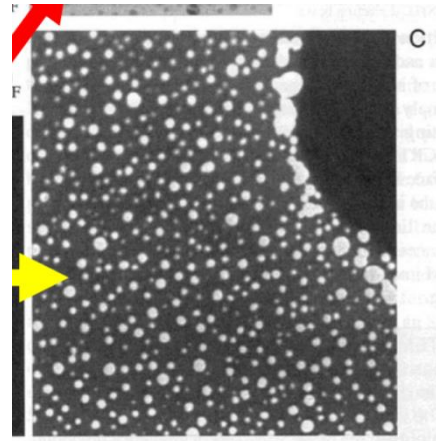
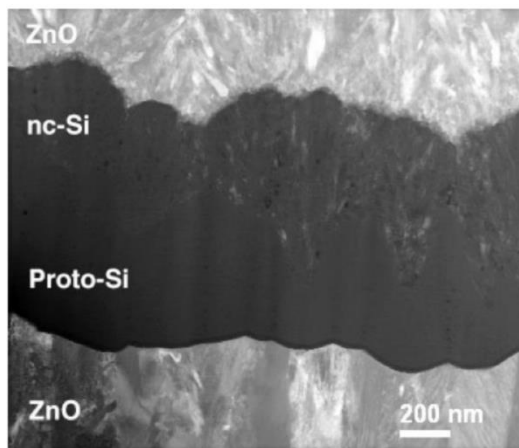
- Demi-angle de convergence  $\alpha$
- Demi-angles de collection  $\beta_{DF}$  et  $\beta_{BF}$



**Deux types de contrastes sont obtenus :**

**Contraste de diffraction :**

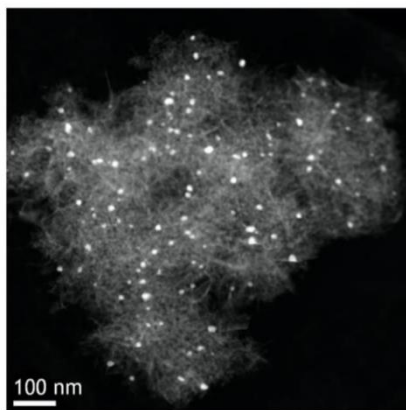
Les divers éléments ou phases présents apparaissent en différents niveaux de gris en fonction d'à quel point ils diffractent. À ne pas confondre avec une figure de diffraction (comme en TEM).



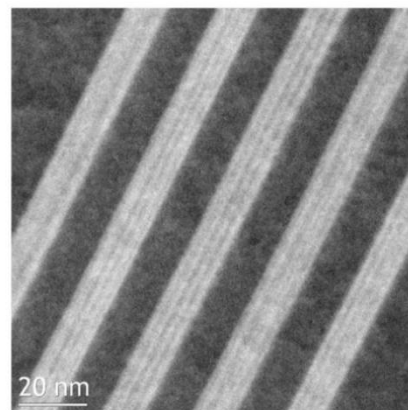
Exemples de contrastes de diffraction du cours.

### Contraste en Z :

Il provient du détecteur HAADF, car l'angle de diffusion des électrons va dépendre de la densité du noyau de l'atome qui les fait dévier.



Particules de Pt sur  $\text{Al}_2\text{O}_3$



Multicouches Si-Ge/Si

Exemples de contrastes en Z du cours.

### STEM VS SEM :

Meilleure résolution spatiale, BF et DF modes et contraste de diffraction avec le STEM. Mais il ne donne pas de contraste topographique et l'observation d'un échantillon massif n'est pas possible.

### STEM VS TEM :

Acquisition de l'image point par point, intégration du signal, et faisceau d'électrons convergent avec le STEM. Les bandes due à des déformations de l'échantillon visibles en TEM disparaissent.

## **STEM analytique :**

### **Datacubes :**

Un spectre EDX est obtenu pour chaque point de l'image. => Des cartographies élémentaires et quantitatives sont réalisables en STEM. Le STEM fournit d'ailleurs une résolution spatiale supérieure au SEM (de par le faible volume d'interaction dû à la finesse de l'échantillon) particulièrement favorable à la microanalyse.

HRSTEM+EDX => Il est possible d'obtenir une identification des éléments à l'échelle atomique.

### **Avantages :**

- Contraste en Z
- Placement aisé du faisceau en EDX
- Les trois détecteurs fonctionnent en parallèle.
- Petit volume d'interaction
- Haute énergie => plus grande accessibilités des lignes de transition en EDX
- Évitement du contraste de diffraction

### **Inconvénients :**

- Coût
- Long temps d'acquisition
- Possible déformation de l'image (bobines de déflexion)
- Alignement complexe