

ESEM – Résumé du cours

Principe :

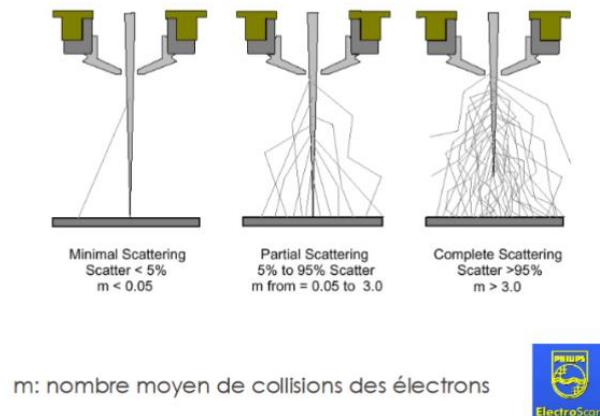
Système de vide : pompage différentiel

=> Gradient de pression depuis le haut du canon jusqu'à la chambre où se trouve l'échantillon.

=> Un (en mode « low vaccum ») ou plusieurs diaphragmes placés à certains niveaux dans la colonne empêchent les molécules de gaz de passer.

Jupe de diffusion :

Plus la pression partielle est élevée, plus le faisceau va être diffusé à cause de l'augmentation du nombre de collisions que subissent les électrons.



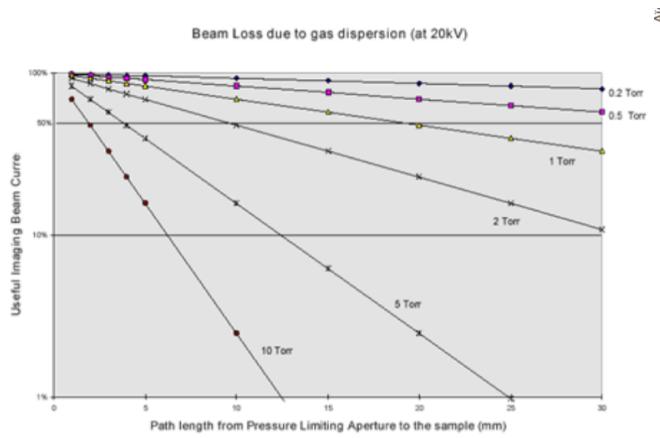
Différents degrés de diffusion du faisceau

Au-delà de 5% d'électrons diffusés, l'image n'est plus nette. Il faut donc ajuster la distance de travail avec le libre parcours moyen de l'atmosphère afin de limiter la diffusion.

Effet de la pression sur le courant utile :

À cause de la diffusion du faisceau, des électrons sont perdus et donc du courant l'est également. La distance de travail va avoir une influence de la valeur de ce courant utile : plus elle est grande, plus de courant sera perdu avant que le faisceau n'atteigne l'échantillon.

Cette dépendance va être plus ou moins amplifiée en fonction de la valeur de pression partielle :



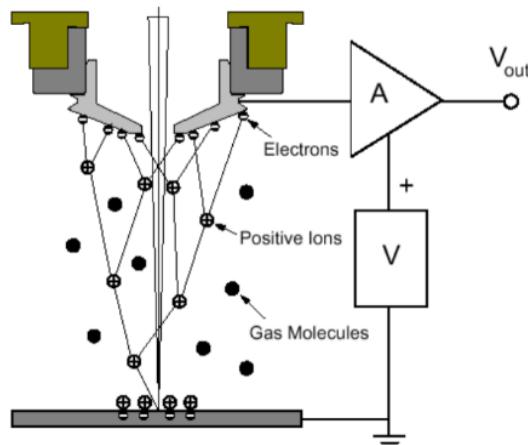
Perte de courant en fonction de la distance de travail pour différentes pressions

Une grande distance de travail sera donc moins problématique (au niveau de la perte de courant) à des pressions plus basses.

Détection des électrons secondaires :

Afin de capter les électrons secondaires, un potentiel (V_{out}) est appliqué sur une longueur correspondant à la distance de travail comme illustré ci-dessous. Cependant, en remontant les électrons vont ioniser les molécules de gaz (dues à la pression partielle) présentes dans cette zone, ce qui va générer d'autres électrons secondaires et résulter en un effet cascade. Ainsi, pour un électron secondaire, plusieurs seront finalement captés dans le détecteur.

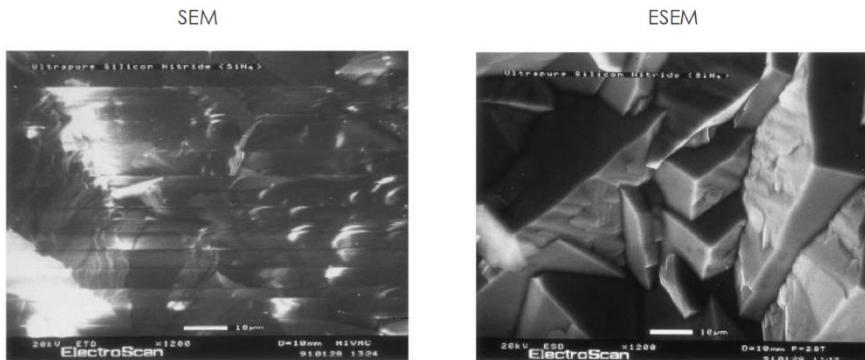
Les cations résultants vont à l'inverse des électrons être repoussés par le potentiel et iront se coller à la surface de l'échantillon. Leur présence va permettre de neutraliser les charges négatives qui s'accumulent à la surface de l'échantillon.



Récupération des SE et neutralisation de l'effet de charges

Ce phénomène est appelé « neutralisation de l'effet de charges » et rend possible l'observation d'échantillons non conducteurs (cf l'exemple du cours ci-dessous) :

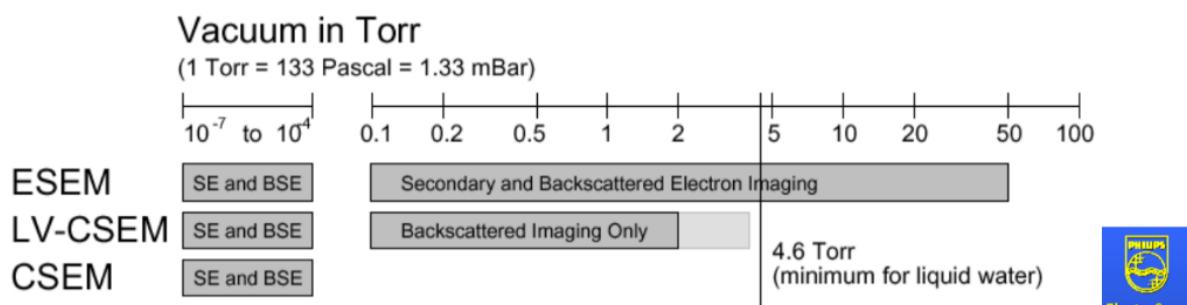
- Particules SiN isolantes



Différence de résolution entre SEM et ESEM pour un échantillon non conducteur

Types d'électrons captés en fonction de la technique :

Le niveau de pression présente dans le microscope va limiter le type de signaux qui peuvent être captés. En effet, à des pressions trop hautes, le faisceau d'électron est trop fortement diffusé pour que suffisamment d'électrons secondaires soient générés pour obtenir un signal clair.



Types d'électrons détectables en fonction de la pression et de la technique d'imagerie

À partir de 0,1 Torr de vide, le CESM n'est plus effectuable. Le LV-CSEM se trouve limité aux BSE. C'est le ESEM qui permet d'atteindre le moins bon vide tout en pouvant exploiter les SE et les BSE.

Possibilités qu'offre le ESEM :

- Observer des échantillons non conducteurs
- Observer des échantillons vivans (et/ou humides)
- Observations « *in situ* »
 - => réactions chimiques (corrosion, oxydation)
 - => transformations de phases
 - => humidification