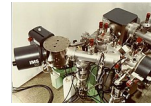


# Chapitre II : Spectrométrie de masse des ions secondaires

*Appareillages et techniques de caractérisation*



Dr. Lezzar

# Table des matières



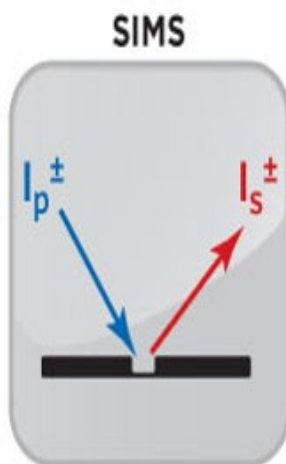
<b>I - Présentation de la spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS)</b>	<b>3</b>
<b>II - Principe de la spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS)</b>	<b>4</b>
<b>III - Processus de création des ions secondaires (SIMS)</b>	<b>5</b>
<b>IV - Constitution de la spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS)</b>	<b>6</b>
1. Sources d'ions .....	6
2. La colonne primaire .....	7
3. La colonne secondaire .....	7
3.1. <i>Le secteur électrostatique</i> .....	8
3.2. <i>Le secteur magnétique</i> .....	8
4. Le système de détection des ions secondaires .....	8
<b>V - Résultat du SIMS</b>	<b>9</b>
<b>VI - Point forts et limites</b>	<b>11</b>

# Présentation de la spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS)

I

Fondées sur le bombardement par des ions.

Elle se base sur une irradiation de la cible à analyser par des ions lourds, ou par des amas polyatomiques chargés (clusters), éventuellement par des particules neutres.



## Complément

L'énergie du faisceau incident (faisceau primaire) est de quelques centaines d'électronvolts à 50 keV.

analyse élémentaire : tous les éléments sont détectables (H compris),

## Remarque

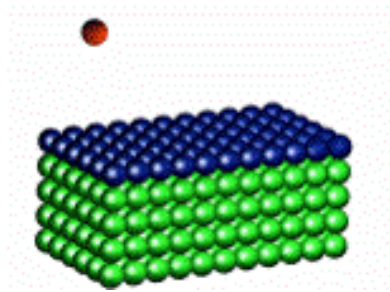
Elle peut donner des profils de profondeur élémentaires couvrant une gamme étendue, allant de quelques angströms (Å) à des dizaines de microns (µm).



# Processus de création des ions secondaires (SIMS)

III

Au moment de la pulvérisation des particules de la surface, la structure électronique de celles-ci est perturbée. L'excitation électronique induite par les collisions atomiques mène à une transition des électrons de valence entre les particules pulvérisées et la surface. Cette transition se déroule dans un intervalle temporel de  $10^{-13}$  à  $10^{-14}$  s.



## Remarque

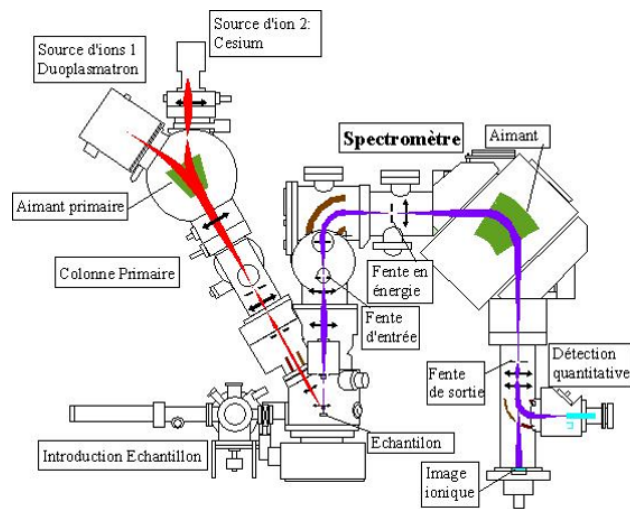
La plupart des ions secondaires possèdent une charge simple, soit positive, soit négative. Une double ionisation n'est possible que pour quelques conditions d'analyses favorables.

## Complément

Les deux modèles décrivant l'ionisation les plus utilisés sont le modèle à effet tunnel et le modèle de rupture de liaisons. Le modèle à effet tunnel est applicable pour décrire l'ionisation des atomes d'un échantillon conducteur ou semi-conducteur dont les électrons de la bande de conduction ne sont pas localisés, tandis que le modèle de rupture de liaisons explique plutôt l'ionisation des atomes d'un échantillon dans lequel il existe des liaisons fortement localisées entre les atomes et les électrons p.ex. des liaisons ioniques. Des exemples types pour ce groupe d'échantillons sont les isolants comme les céramiques, les verres, PVC,....

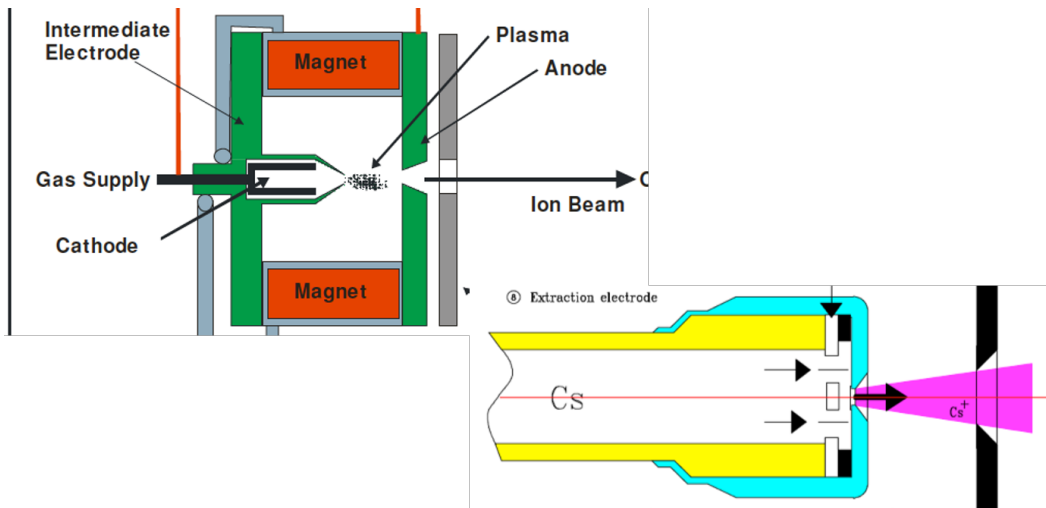
# Constitution de la spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS)

## IV



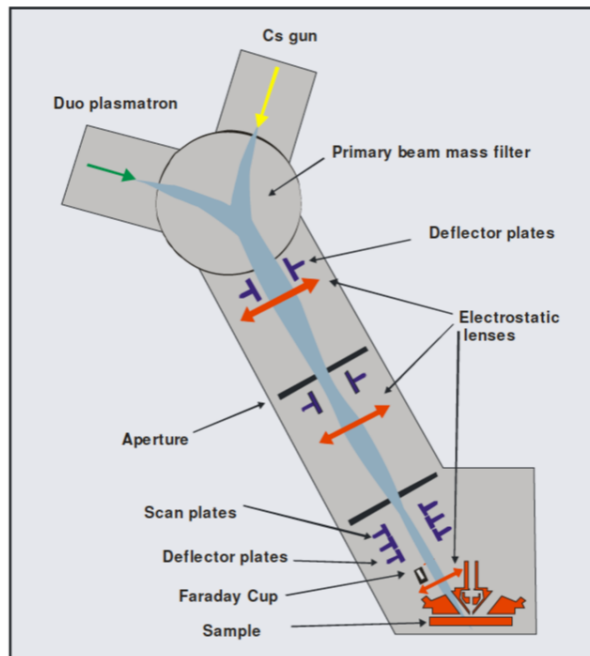
## 1. Sources d'ions

Les ions utilisés habituellement en analyse SIMS peuvent être des ions oxygène ( $O_2^+$ ) ou césium ( $Cs^+$ ), la nature de ces ions détermine les caractéristiques de l'analyse, C'est un duoplasmatron à cathode froide qui les crée, lequel fait partie de la famille des sources à plasma



## 2. La colonne primaire

Elle transporte les ions primaires de la source à l'échantillon grâce à une optique de transfert ionique



## 3. La colonne secondaire

elle amène les ions secondaires de l'échantillon au système de tri

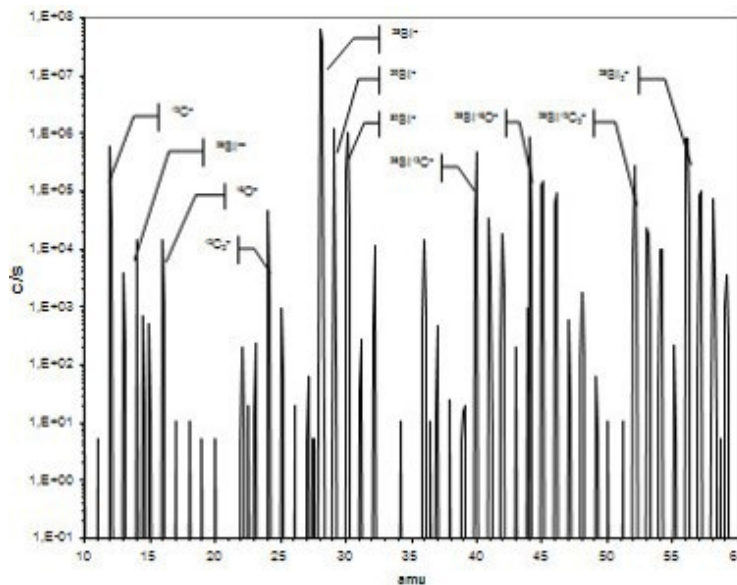




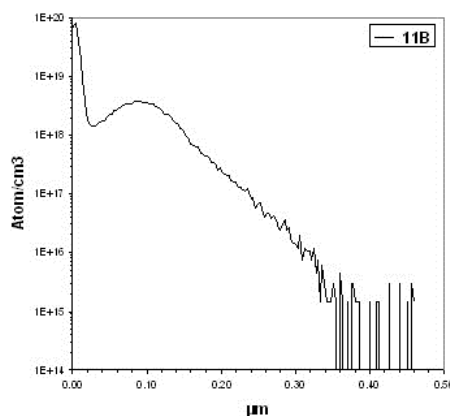
# Résultat du SIMS



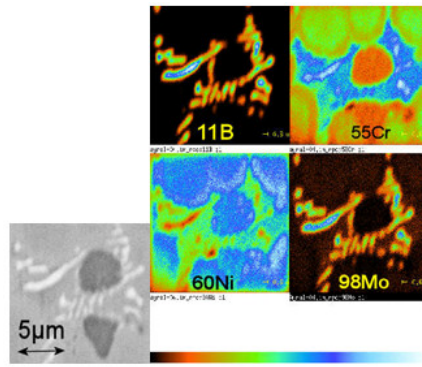
*Analyse chimique de surface*



*Profil de concentration*



*Cartographie chimique*



# Point forts et limites

VI

## *Point forts*

- Excellente sensibilité de détection pour les dopants et les impuretés, avec une sensibilité d'une partie par million, et moins
- Profil de profondeur avec d'excellents seuils de détection et une excellente résolution en profondeur
- Analyse de petites zones (10µm au moins)
- Détection de tous les éléments et des isotopes, dont H
- Excellente gamme dynamique (jusqu'à 6 ordres d'amplitude)
- Stoechiométrie/composition possible, dans certaines applications

## *Limites*

- Effets destructeurs
- Pas d'informations sur les liaisons chimiques
- Spécifique à chaque élément
- L'échantillon doit être solide et compatible avec le vide

## *Fondamental*

---

Signal détecté : ions secondaires