SIMULATION PAR LA METHODE DE MONTE-CARLO DE L'EVOLUTION DES PARAMETRES DE LA FONCTION DE RESOLUTION EN PROFONDEUR D'UN SYSTEME D'ANALYSE IONIQUE

TOUMI Ilham
Département d'Electronique et Télécommunications
Université Kasdi Merbah Ouargla 30000, Algérie
toumiilham@yahoo.com

Résumé

Si on souhaite comparer les résultats provenant de diverses mesures, faites ou non dans les mêmes conditions expérimentales, il est préférable d'exprimer la fonction de résolution en profondeur en fonction des paramètres analytiques ajustables, plutôt que de travailler sur des DRF numériques (expérimentales). Caractériser la DRF par une forme analytique, par *fittage*, possède plusieurs avantages à savoir : Le fittage effectue un lissage local de la courbe, adaptation du pas d'échantillonnage avec la la vitesse d'érosion, La modélisation de la DRF permet donc d'effectuer la déconvolution sans avoir à faire une mesure de delta-dopage, de la DRF peut être extrapolée sur une grande dynamique, avec une bonne fonction de fittage pour la DRF, on peut prévoir de manière analytique le profil SIMS d'une structure particulière supposée connue. En définitif, l'objectif de ce sujet est de suivre l'évolution des paramètres de la DRF en fonction des énergies et angles des ions primaires, ainsi de pour voir modéliser ses paramètres en fonction des caractéristiques physique des ions primaires.

Mots clés : Monte-Carlo, SIMS, SRIM DRF.

1. Préliminaire

Dans l'analyseur ionique Cameca, le fait que l'énergie varie en même temps que l'angle nous avons choisi d'exprimer les variations en fonction non pas de l'énergie primaire, mais de la profondeur de pénétration des ions primaires R_p.

R_p de sa part est directement impliqué dans le mixage collisionnel, dans le cas du bore dans le silicium. Ce paramètre est calculé par le logiciel TRIM par la méthode de Monte-Carlo et il est donné par la relation [1] :

$$R_p = 50.46\ E_p^{0.665} \cos\theta \qquad (1)$$

2. Résultats

Où E_p est l'énergie d'impact des ions primaires et θ est l'angle d'incidence par ion oxygène et non par O_2^+. A noter que cette relation n'est valable que pour $R_p > 30$ Å. L'avantage de R_p, par rapport à E_p, est de tenir compte de données relatives à l'interaction projectile-cible et de rassembler toutes les combinaisons des couples énergie-angle physiquement accessibles par l'expérience et qui varient de manière non indépendante. L'inconvénient de R_p est d'être simulé et non mesuré, contrairement à E_p, ce qui suppose de bien connaître les lois de variations, en particulier aux limites de validité de ces lois. La relation (1) n'est valable que pour des valeurs de R_p supérieures à 30 Å, en dessous de cette limite, l'équation (1) sous-estime légèrement la valeur de R_p. La limite supérieure de R_p est de 142 Å [2, 3]. Les Figure 1 et 2 résument les variations de R_p en fonction de l'énergie des ions primaires et de l'angle d'incidence.

En observant les variations des paramètres de la DRF en fonction de R_p (voir Figure 3), nous constatons que ces paramètres ont un comportement quasi linéaire : λ_d et σ_g sont croissants. Quant au paramètre λ_u semble pratiquement indépendant de R_p, il présente un comportement chaotique, nous obtenons des valeurs quasi constantes variant de 3 à 8 Å autours d'une valeur moyenne d'environ 5 Å. Ce paramètre n'est pas sensible aux variations de R_p, ses grandes valeurs correspondent aux basses énergies, ce qui nous laisse penser qu'à ces basses énergies d'autres phénomènes entrent en jeu !

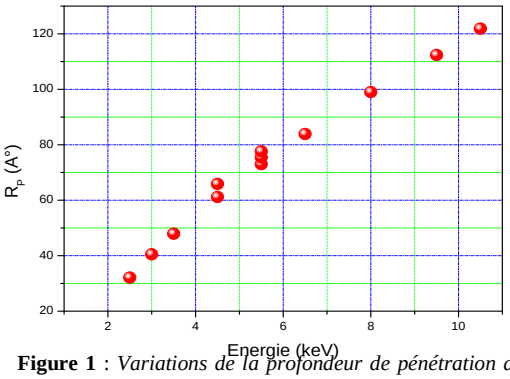

Figure 1 : *Variations de la profondeur de pénétration des ions primaires en fonction de l'énergie des ions primaires.*

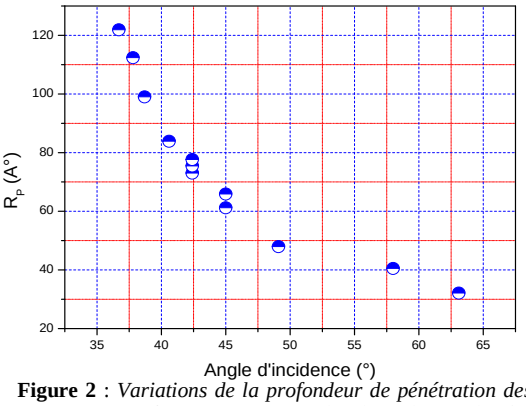

Figure 2 : *Variations de la profondeur de pénétration des ions primaires en fonction de l''angle d'incidence du faisceau primaire.*

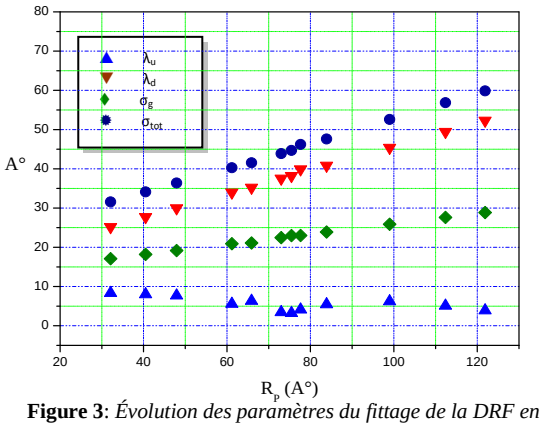

Figure 3: *Évolution des paramètres du fittage de la DRF en fonction de la profondeur de pénétration des ions primaires R_p.*

3. Références

[1] **Fares B., Gautier B., Holliger Ph., Baboux N., Prudon G. et Dupuy J. C.,** *Surface roughening and erosion rate change at low energy SIMS depth profiling of silicon during oblique O_2^+ bombardment*, Appl. Surf. Sci., 2004, **231/232,** pp. 136–140.

[2] **Clegg J.B.** et **Gale I. G.**, *SIMS profile simulation using delta function distributions*, Surface and Interface Analysis, 1991, Vol. 17, pp. 190-196

[3] **Littmark U.** et **Hofer W.**, *The theory of recoil mixing in solids*, In: Topics in current phyics, Ed; Springer- Verlag, Berlin, 1984, pp. 159-200