

# Spectroscopie de durée de vie en température appliquée aux cas du fer et de l'or

Quiniou Etienne, Palais Olivier, Barakel Damien, Perichaud Isabelle

Aix Marseille Université, CNRS, Université de Toulon, IM2NP UMR 7334, 13397, Marseille, France

Contact e-mail : etienne.quiniou@im2np.fr

Dans le domaine du photovoltaïque, la technologie silicium domine toujours le marché avec la possibilité de forts rendements de conversion pour un coût maîtrisé. Malgré l'amélioration des structures et le développement de nouvelles filières d'élaboration, ce matériau conserve de nombreuses impuretés (dopants, éléments légers et métalliques). Suivant leurs natures et leurs concentrations, ces impuretés peuvent dégrader le rendement de conversion en limitant la durée de vie (DDV) et/ou en augmentant le phénomène de LID. Il est donc primordial de les détecter dès les premières étapes de fabrication.

L'identification et la détermination des concentrations des impuretés peuvent se faire par l'étude de la DDV des porteurs en fonction de la température. Cette étude nécessite la prise en compte de trois mécanismes de recombinaison : les recombinaisons radiatives, Auger et celles décrites par Shockley, Read et Hall (SRH). Après le piégeage d'un porteur, les différents phénomènes de dissipation d'énergie introduisent deux dépendances de la section efficace de capture avec la température :

$$- \sigma(T) = \sigma_{\infty} \exp(-E_{\infty}/kT) \quad (1)$$

$$- \sigma(T) = \sigma_0 T^{-\alpha} \quad (2)$$

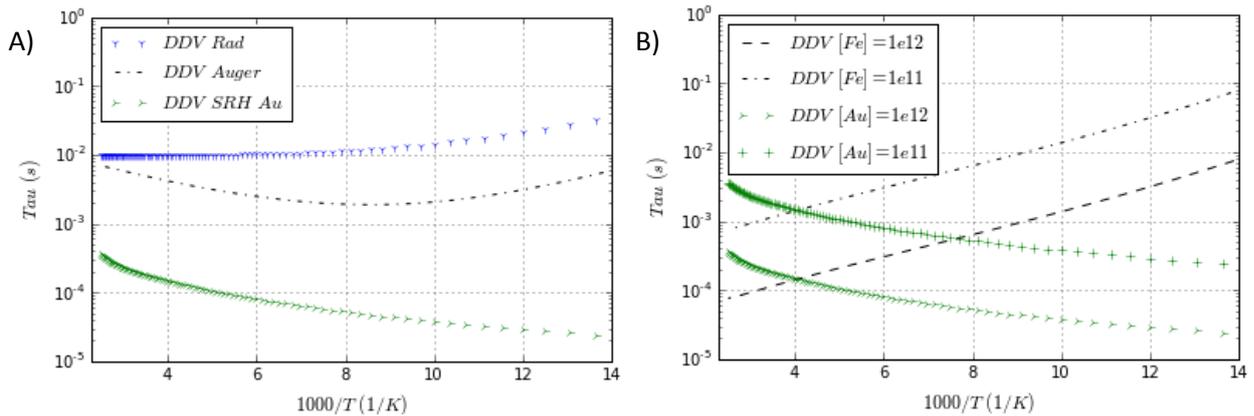


Figure 1 : Simulation de la durée de vie en fonction de la température.

Cette étude a été réalisée pour du Silicium dopé au bore à  $10^{16}$  cm $^{-3}$  en condition de faible injection  $\Delta n = 10^{14}$  cm $^{-3}$ .

A) Impact des différents mécanismes de recombinaison, B) Impact des impuretés Fer et Or à différentes concentrations.

La figure 1 A), issue de nos simulations, montre qu'en régime de faible injection les recombinaisons SRH dues aux impuretés sont celles qui dégradent le plus la DDV sur une plage de 70 à 400K et pour une gamme de dopages de  $10^{15}$  à  $10^{16}$  cm $^{-3}$ .

Le mécanisme de recombinaison SRH tient compte du niveau de dopage et d'injection, de la concentration en impureté, du niveau piège introduit par l'impureté dans la bande interdite et de ses sections efficaces de capture. Le niveau piège et les sections efficaces de capture sont caractéristiques de chaque impureté et nous ont permis de réaliser les simulations de la figure 1.

La figure 1 B) représente l'impact de deux impuretés bien décrites dans la littérature et représentatives du type de contamination présent dans le matériau : le Fer et l'Or. La dégradation de DDV causée par ces deux impuretés évolue différemment avec la température. Dans le cas de l'or, sa section efficace de capture obéit à l'équation 2. Ainsi, la probabilité de capture d'un porteur diminue avec l'augmentation de la température, conduisant à une augmentation de la DDV avec la température. On peut observer sur la figure 1 B), un comportement opposé pour le fer.

Nos résultats révèlent donc qu'une spectroscopie de DDV en température permet l'identification et le dosage d'une impureté dans le matériau.