

## Conclusion

Dans ce travail, nous avons étudié les effets d'irradiation et de température sur la caractéristique courant – tension en mode direct, d'une structure  $p^+ - n - n^+$  à base de silicium, utilisé comme un détecteur de particules.

Cette étude est basée sur la résolution numérique des équation décrivant le processus de transport en régime stationnaire de la diode  $p^+ - n - n^+$ , incluent : L'équation de Poisson, les équations de continuité et les équations des densités de courant des électrons et des trous. Les résultats de simulation sont analysés ensuite, par l'étude des paramètres qui définissent la fonction  $I(V_F)$  reliant le courant de la diode avec la tension appliquée en polarisation direct pour les deux cas ( irradié et non irradié).

Les résultats de simulation des caractéristiques courant – tension en polarisation directe, ont montré une grande similitude avec les résultats expérimentaux. Les conclusions principaux de ce travail sont :

- La caractéristique  $I-V_F$  de la diode à base de silicium varie du régime d'un semiconducteur conventionnel pour un silicium non irradié vers un autre régime dit de relaxation pour un silicium irradié. Cela est justifié dans notre travail par le fait que les paramètres de la fonction standard F1 qui décrit le comportement électrique de la diode non irradiée deviennent incapables de décrire ce comportement pour une diode irradiée.
- La caractéristique  $I-V_F$ , pour une diode en absence des centres de génération g-r et des pièges profonds est trouvée ressemblante à celle calculée analytiquement. La fonction du courant  $I(V_F)$  suit la loi standard :  $I=I_0.exp.[V/V_0]$ . Le paramètre  $V_0$  est une fonction de la température :  $V_0 = F(T)$ .  
Pour des tensions plus élevées le courant devient ohmique, ce comportement est justifié par l'apparition de l'effet de la résistance série. La loi précédente devient :  $I=I_0.exp.[(V-I.R_s)/V_0]$ .
- l'effet d'irradiation est exprimé par la présence des pièges profonds et des centres g-r. L'analyse de cet effet a donné les résultats suivants :

- La présence d'une faible concentration des centres g-r ne change pas grande chose dans les propriétés électriques du silicium. Ce changement commence à devenir important pour des valeurs plus élevées des centres g - r. ( $N_{gr} > 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ) dans notre cas. La loi qui gouverne la caractéristique  $I - V_F$  devient  $I = G \cdot V \cdot \exp[V/V_0]$ . G et  $V_0$  sont les paramètres de conductance et de potentiel respectivement, qui décrivent le comportement du degré de relaxation du silicium irradié.
- La présence des pièges profonds accepteurs avec une large concentration des centres g-r entraîne une inversion de type. L'étude du paramètre G comme une fonction de la concentration des pièges accepteurs G ( $N_{ta}$ ), vérifie ce phénomène. On a démontré aussi que l'effet des pièges accepteurs devient plus efficace lorsque leurs niveaux s'approchent de plus en plus de la bande de valence.
- Les pièges profonds donneurs ont un effet négligeable sur la caractéristique  $I - V_F$  cela est expliqué par la nature de type n de la zone active de la diode utilisée.
- Le courant direct présente une grande dépendance avec la température pour des tension faibles. Cela est justifié par la dominance du courant de recombinaison. A haute tension, c'est le courant de diffusion qui domine. Ce qui explique la faible dépendance du courant. L'effet de la température sur la caractéristique  $I - V_F$  est exprimé par le calcul de l'énergie d'activation à partir de la fonction G (T) qui décrit la variation du paramètre de la conductance définit dans la fonction I (V) d'une diode irradiée. Les valeurs de l'énergie d'activation  $E_a$  calculées pour différentes concentrations des centres g - r et des pièges profonds se trouve autour de  $E_g / 2$  pour un semi-conducteur de relaxation.

La compréhension du comportement électrique d'une diode irradiée en polarisation direct, représente une introduction vers une nouvelle méthode de travail des détecteurs de particules en mode direct. Beaucoup de travail reste à faire dans ce domaine. On cite par exemple l'étude de l'efficacité de collection de charge en mode directe qui représente l'une des paramètres les plus importants qui définissent les détecteurs de particules.