Modélisation des pertes périphériques dans une cellule PV en silicium cristallin

D.Bertrand, S. Manuel, M. Pirot, Y. Veschetti

CEA/LITEN/DTS, INES, 50 avenue du Lac Léman, 73377 Le Bourget du Lac, FRANCE

Certaines applications photovoltaïques (PV) requièrent une tension élevée avec une surface active relativement faible. Pour répondre à ce besoin, des cellules PV de surface réduite généralement obtenues par découpe laser de cellules de taille standard (156 PSQ) sont utilisées. Cependant, des premières études indiquent une perte de rendement de 1.8% absolu après découpe d'une cellule du format standard de 239 cm² à un format réduit de 25 cm². Cette étude a pour objectif de comprendre les facteurs influençant ces pertes (court-circuit, paramètres laser, effets de bords, …) et de dégager des solutions pour minimiser ces pertes de rendements.

Tout d'abord, l'influence des paramètres de deux sources laser (IR et UV) sur la variation de performance des cellules a été étudiée. La perte de rendement constatée reste identique quelques soient les paramètres laser ou type de source utilisés (fréquence, vitesse, puissance). Cela s'explique par la présence d'une forte activité recombinante à la périphérie de la cellule liée à la rupture du réseau cristallin et à l'absence de passivation.

L'étude de l'impact du format de la cellule sur les performances révèle que les V_{oc} et J_{sc} sont fortement liés au paramètre k (k=longueur périphérique/surface) de la cellule. La minimisation de k permet une réduction des pertes liées aux bords de cellule et une augmentation notable du rendement (figure 1). Ceci s'applique notamment en privilégiant les formats carrés.

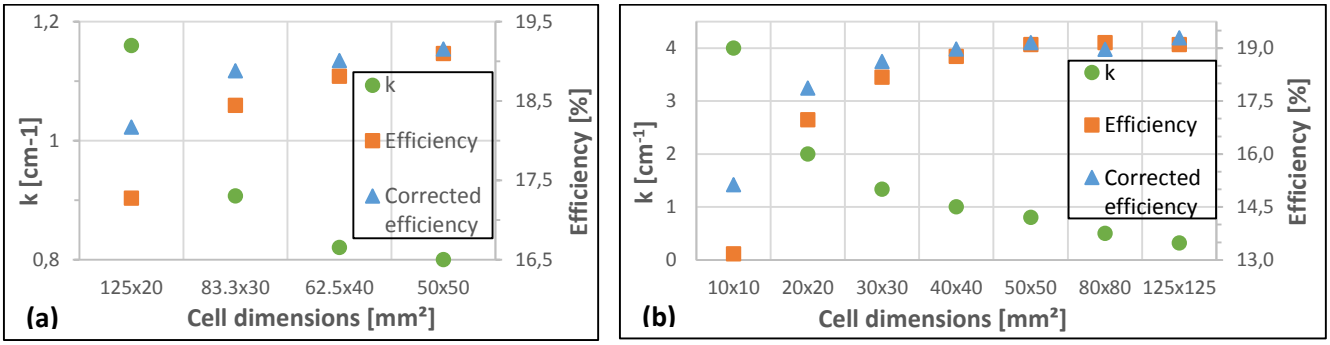

Figure 1 : Evolution du rendement en fonction du rapport k pour des cellules de format rectangulaires (a) et carrés (b)

Un modèle basé sur la définition du courant de saturation de la cellule (J_0) a été développé en distinguant les contributions de recombinaison dans le volume, sous les métallisations et au niveau de la périphérie (équation 1).

$$J_0 = J_{0s} \times \frac{S_s}{S} + J_{0p} \times \frac{S_p}{S} + J_{0m} \times \frac{S_m}{S}$$

Equation 1 : définition du courant de saturation de la cellule avec J_{0s} (recombinaison en volume et aux surfaces), J_{0m} (recombinaison sous les métallisations) et J_{0p} (recombinaison périphérique)

Ce modèle permet de quantifier ces contributions (J_{0s}, J_{0p} et J_{0m}) à partir des paramètres V_{oc} et J_{sc} obtenus expérimentalement.

Ce travail nous a ainsi permis d'optimiser le rendement de cellules de petites dimensions et d'aboutir à la réalisation de cellule 45x45 mm² (≈ 20 cm²) avec une perte de rendement de 0.3% absolu. D'autre part, le modèle développé permet de quantifier les pertes liées aux bords de la cellule et sous les métallisations et de calculer le potentiel de V_{oc} d'une cellule pour tout format et géométrie de cellules.