

# La mesure de bruit électronique de basse fréquence comme outil de caractérisation avancée des cellules photovoltaïques.

C.Wulles<sup>1</sup>, C.Theodorou<sup>1</sup>, Q.Rafhay<sup>1</sup>, T. Desrues<sup>2</sup>, A.Kaminski<sup>1</sup>

1 Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, Grenoble INP, IMEP-LaHC, 38000 Grenoble, France

2 Univ. Grenoble Alpes, CEA, LITEN, DTS, SCPV, F-73370 Le Bourget-du-Lac

La mise à profit de l'énergie solaire par l'intermédiaire de l'effet photovoltaïque (PV) constitue une opportunité majeure de production d'énergie renouvelable. Il est cependant connu que les performances des tels dispositifs sont fortement limitées par les phénomènes de recombinaisons des porteurs photo-générés. Ces recombinaisons peuvent être favorisées par la présence dans la bande interdite de niveaux électroniques accessibles engendrés par des défauts cristallographiques, et pouvant se comporter comme des centres recombinants ou piégeants. Il est donc nécessaire d'enrichir les méthodes d'identification et de caractérisation de ces défauts, afin de pouvoir élaborer par la suite des moyens de limiter leur présence et leur impact.

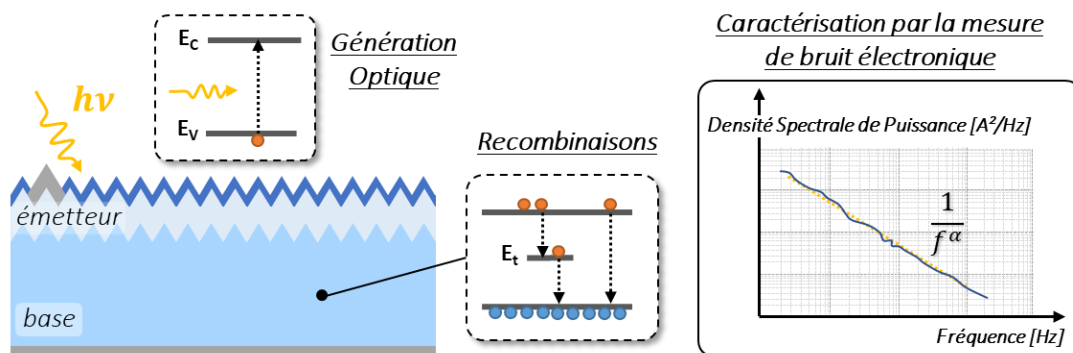


Figure 1: Représentations schématiques d'une cellule solaire (gauche) et d'un spectre fréquentiel présentant un bruit de Flicker pouvant être caractéristique des phénomènes de recombinaisons des porteurs photo-générés (droite).

L'analyse du bruit électronique de basse fréquence produit par un composant est une méthode de caractérisation puissante et non destructive, permettant d'accéder aux phénomènes physiques se produisant à une échelle réduite. Un des types de bruit les plus couramment observés et étudiés en électronique est le bruit de Flicker, dont la densité spectrale de puissance varie inversement proportionnellement à la fréquence, d'où son appellation plus commune de "bruit  $1/f$ ". Les deux modèles les plus repris dans la littérature pour expliquer son origine dans les matériaux semiconducteurs, souvent difficile à déterminer, sont ceux de Hooge et de McWhorter<sup>[1]</sup>. Le premier l'attribue aux fluctuations de la mobilité et le second aux fluctuations du nombre de porteurs en excès. Les méthodes d'analyse du bruit électronique ont été largement employées pour la caractérisation des transistors, mais cet aspect a été relativement peu exploré dans le domaine des cellules photovoltaïques et des diodes.

Les objectifs ayant motivé ce travail sont multiples. Il s'agit d'une part d'accéder à une meilleure compréhension des phénomènes physiques à l'origine du bruit  $1/f$  dans les semiconducteurs en général, en intégrant les cellules PV au panel d'étude. Et d'autre part, il est question d'élaborer un outil de caractérisation avancée de ces dernières, qui puisse être associé aux méthodes de caractérisation les plus répandues pour les composants PV. Des résultats très intéressants ont été observés récemment sur des cellules Al-BSF produites par le CEA-INES, sur lesquelles les mesures de bruit  $1/f$  ont montré des mécanismes répétés que nous avons reliés au modèle à double diode.

[1] Martin Haartman and Mikael Östling. *Low-frequency noise in advanced MOS devices*. Springer Science & Business Media, 2007.