



HAL
open science

Simulation et Optimisation d'une cellule solaire Schottky à base d'InGaN

Abdoulwahab Adaine, Sidi Ould Saad Hamady, Nicolas Fressengeas

► **To cite this version:**

Abdoulwahab Adaine, Sidi Ould Saad Hamady, Nicolas Fressengeas. Simulation et Optimisation d'une cellule solaire Schottky à base d'InGaN. Séminaire de l'école doctorale EMMA, Apr 2016, Nancy, France. hal-01338242

HAL Id: hal-01338242

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01338242v1>

Submitted on 28 Jun 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Simulation et Optimisation d'une cellule solaire Schottky à base d'InGaN

Abdoulwahab Adaine^{1,2,*} Sidi Ould Saad Hamady^{1,2} Nicolas Fressengeas^{1,2}

¹Université de Lorraine, Laboratoire Matériaux Optiques, Photonique et Systèmes, Metz, F-57070, France

²Laboratoire Matériaux Optiques, Photonique et Systèmes, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay, Metz, F-57070, France

*abdoulwahab.adaine@univ-lorraine.fr

Introduction

L'alliage de Nitrure de Gallium et d'Indium (InGaN) est un matériau semi-conducteur qui présente aujourd'hui un grand intérêt pour la réalisation de cellules solaires à très haut rendement grâce à sa large et modulable bande interdite en fonction de la composition d'Indium. Néanmoins, la croissance de couches épitaxiales d'InGaN, le dopage et le contact ohmique au niveau de la couche "P" reste un challenge. La cellule solaire Schottky est une bonne alternative pour éviter la couche "P". Nous avons simulé et optimisé, avec des méthodes mathématiques rigoureuses, une cellule solaire Schottky afin de trouver les paramètres géométriques et physiques optimaux donnant ainsi le rendement optimal de la cellule solaire.

Modélisation Physique et Optimisation

Cellule solaire Schottky

La cellule modélisée est basée sur une structure Schottky (contact métal/semi-conducteur). Elle est composée d'une **fine couche métallique** déposée sur une couche d'InGaN, figure ci-après.

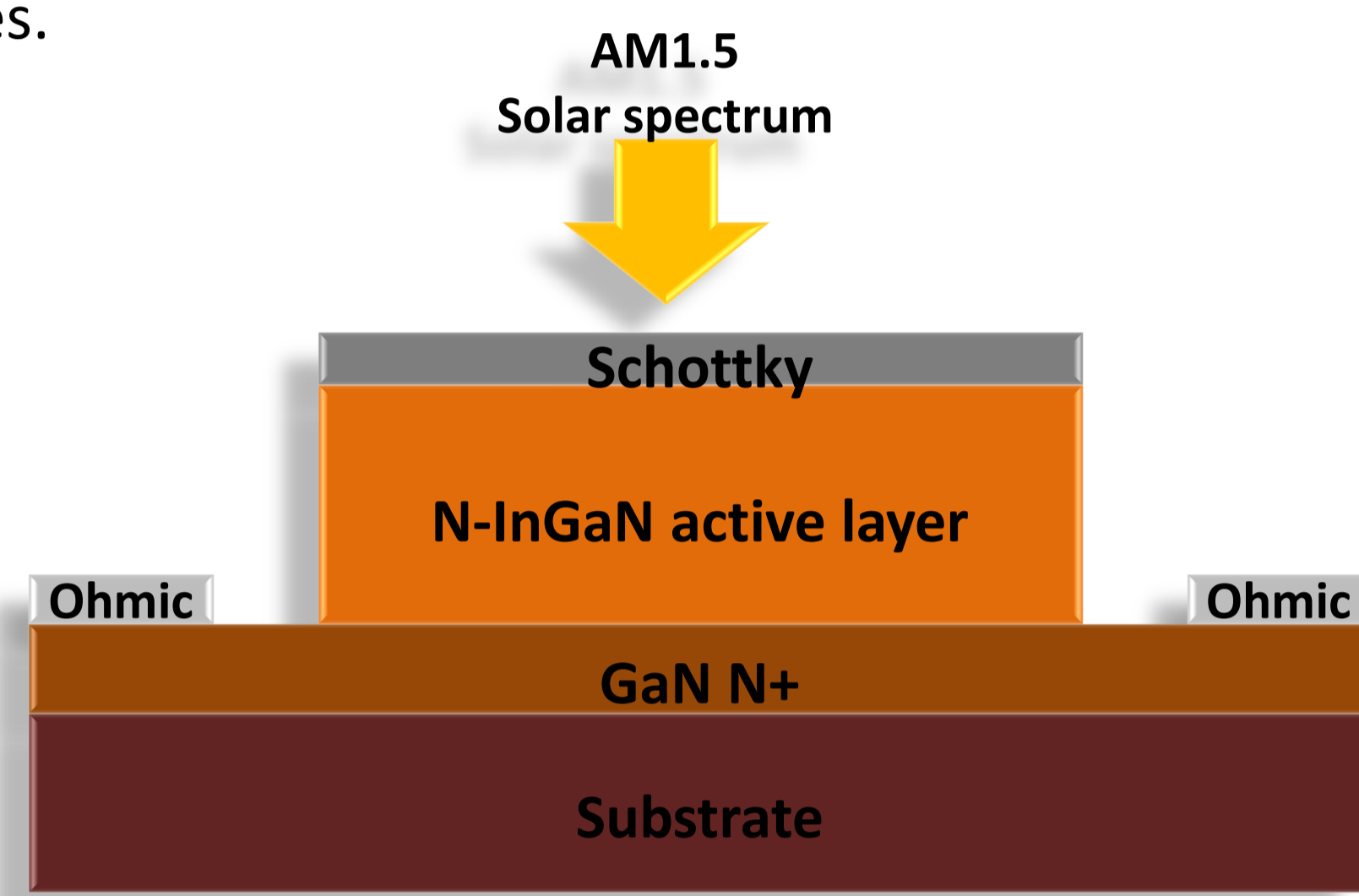


Schéma de la cellule solaire

L'outil d'optimisation

Optimisation **multivariée** du rendement de la cellule solaire: Il s'agit d'optimiser **simultanément** les paramètres physiques et géométriques de la cellule solaire. Nous utilisons pour cela des **algorithmes mathématiques rigoureux** d'optimisation de Sage/SciPy (Logiciel open source).

L'outil de simulation

Nous utilisons le logiciel ATLAS de SILVACO pour la modélisation numérique. Cette dernière est basée sur la résolution numérique des équations de **dérive-diffusion** dans le composant. Nous intégrons dans ces simulations des **modèles physiques réalistes**:

- Modèles du coefficient d'absorption et de l'indice de réfraction du matériau.
- Modèle pour la mobilité des porteurs de charges.
- Modèle de recombinaisons des porteurs de charges.

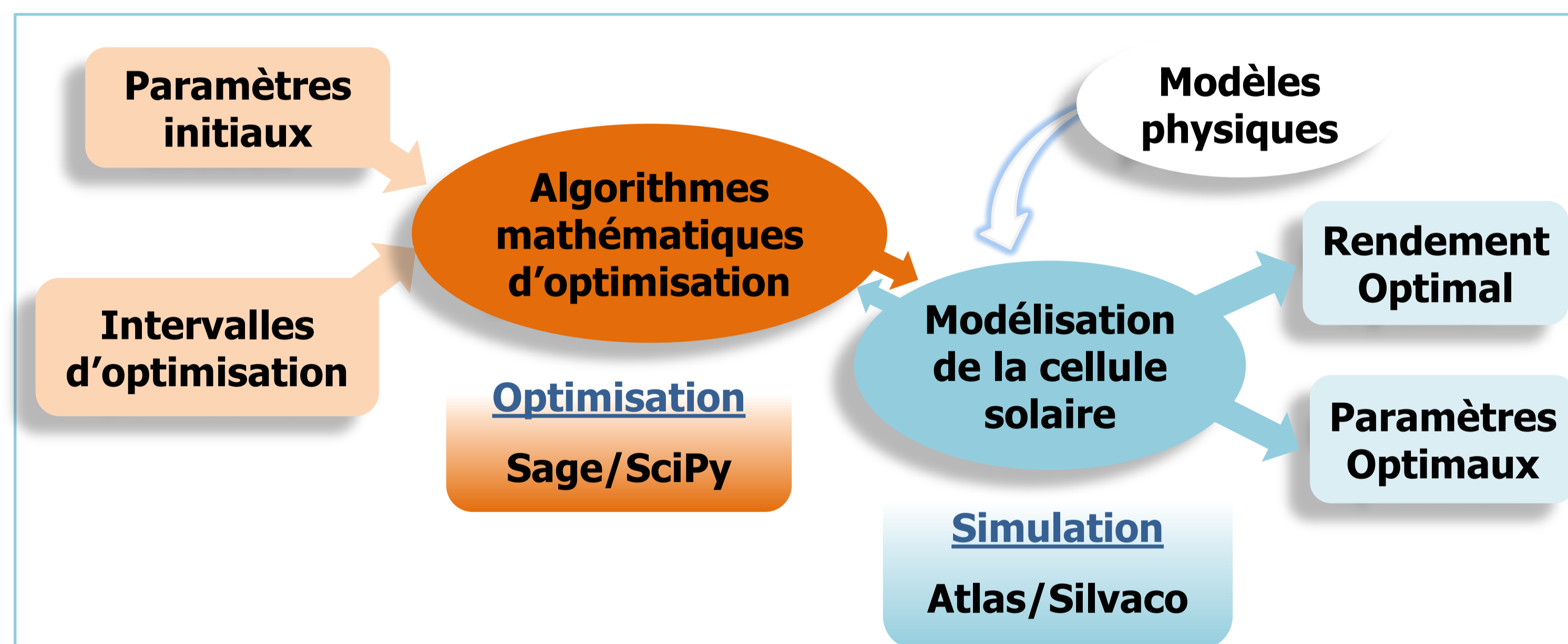


Schéma d'illustration de la modélisation physique et optimisation

Paramètres et intervalles d'optimisations

Paramètres d'optimisation

Intervalles d'optimisation

Epaisseur de la couche InGaN

[0.01 – 1.00] μm

Dopage N de l'InGaN

[1.10^{16} – 1.10^{19}] cm^{-3}

Composition d'indium de l'InGaN

[0.00 – 1.00]

Travail de sortie du métal

[5.5 – 6.3] eV

Résultats Optimaux

Rendement Optimal
18.2 %

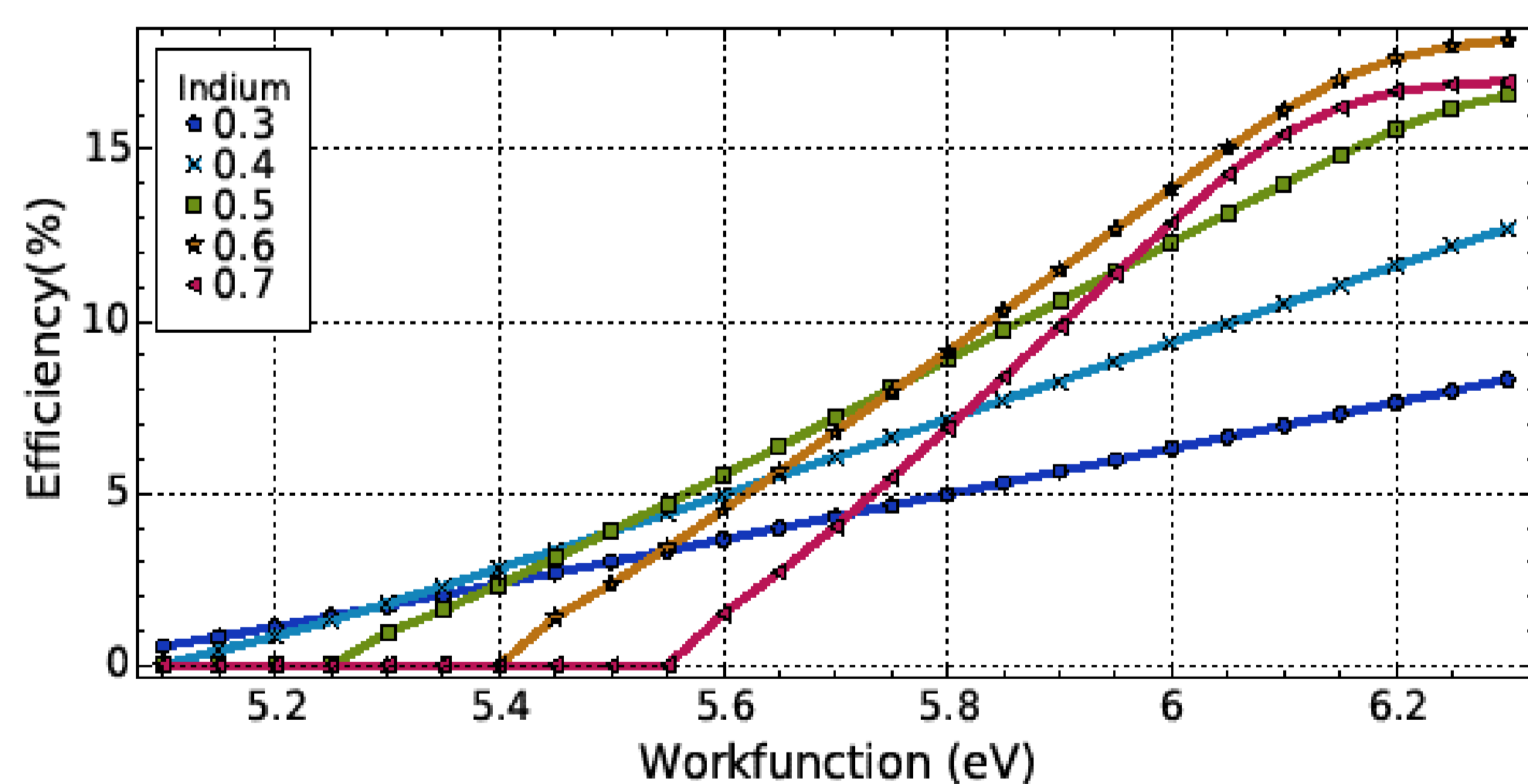
| Paramètres d'optimisation | Valeurs Optimales | Intervalles de tolérances |
|--|--------------------------------|-------------------------------|
| Epaisseur de la couche InGaN (μm) | 0.86 | [0.53 – 1.00] |
| N-Dopage dans l'InGaN (cm^{-3}) | 6.510^{16} | [1.10^{16} – 3.10^{17}] |
| Composition d'indium de l'InGaN | 0.56 | [0.50 – 0.72] |
| Travail de sortie du métal (eV) | 6.3 | [6.15 – 6.30] |

Intervalle de tolérance

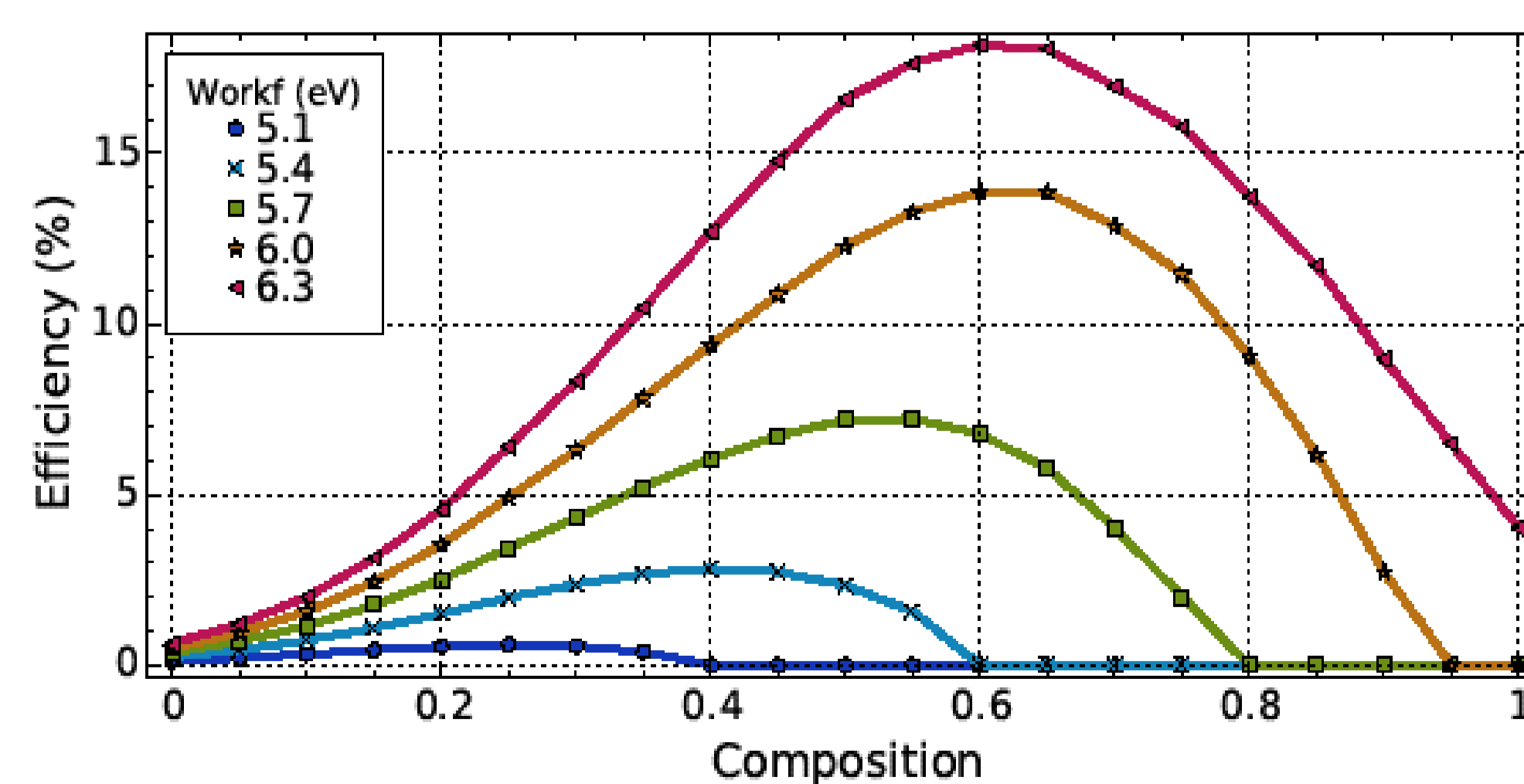
Les intervalles de tolérance données ici pour chaque valeur optimale correspondent à l'intervalle des valeurs de ce paramètre dans lequel le rendement reste **supérieur à 90%** de sa valeur maximale, les autres paramètres étant maintenus à leurs valeurs optimales.

L'intervalle de tolérance est d'une importance capitale pour la réalisation pratique de la cellule solaire.

Performances de la Cellule Solaire



Courbes représentant les variations du rendement en fonction du travail de sortie (Workfunction) du métal pour différentes compositions d'indium



Courbes représentant les variations du rendement en fonction de la composition d'indium pour différents travaux de sorties du métal

- Ces variations sont liées aux caractéristiques de la zone de charge d'espace modulées par les paramètres physiques de la cellules

Conclusion

Nous avons étudié une nouvelle structure de cellule solaire basée sur un contact Schottky entre une **fine couche métallique** et le **Nitrure de Gallium Indium (InGaN)**.

Par des méthodes mathématiques rigoureuses, nous avons optimisé le rendement de la cellule solaire en **optimisant simultanément plusieurs paramètres de la cellule solaire**, ce qui est une première à notre connaissance.

Nous avons obtenu un rendement maximal de **18.2%**. Ce dernier montre le mérite d'une telle structure qui pourrait être une **alternative** aux structures PN et PIN afin d'éviter les difficultés liées à la couche P.