



**HAL**  
open science

## L'HAXPES de laboratoire pour l'étude de multicouches en microélectronique

Eugénie Martinez, Pierre-Marie Deleuze, Nicolas Gauthier, Tarek Spelta,  
Marc Veillerot, Olivier Renault

► **To cite this version:**

Eugénie Martinez, Pierre-Marie Deleuze, Nicolas Gauthier, Tarek Spelta, Marc Veillerot, et al..  
L'HAXPES de laboratoire pour l'étude de multicouches en microélectronique. JNSPE 2024 - Les  
journées nationales des spectroscopies de photoémission (INSPE), May 2024, Lille, France. , 2024.  
cea-04601885

**HAL Id: cea-04601885**

**<https://cea.hal.science/cea-04601885>**

Submitted on 5 Jun 2024

**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.

## L'HAXPES de laboratoire pour l'étude de multicouches en microélectronique

**E. Martinez<sup>a\*</sup>, P.M. Deleuze<sup>a\*</sup>, N. Gauthier<sup>a</sup>, T. Spelta<sup>a\*\*</sup>, M. Veillerot<sup>a</sup>, O. Renault<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Univ. Grenoble Alpes, CEA, Leti, F-38000 Grenoble, France

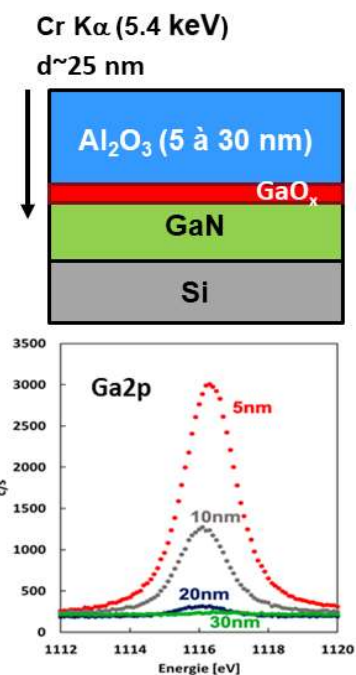
\*Contact: eugenie.martinez@cea.fr

### Résumé

La spectroscopie de photoémission à haute énergie (HAXPES) est en plein développement grâce à l'apparition d'instruments de laboratoire équipés de sources de rayons X durs ( $h\nu \leq 9.2$  keV)<sup>1</sup>. Cette technique, qui donne accès à la composition chimique d'interfaces et/ou de couches actives enterrées<sup>2</sup>, s'avère très utile pour l'optimisation des dispositifs développés en microélectronique, où les interfaces jouent un rôle clé.

Nous présentons des développements récents effectués en utilisant un instrument de laboratoire (Quantes, ULVAC-PHI) équipé d'une source Cr K $\alpha$  ( $h\nu=5415$  eV) pour permettre une utilisation plus facile de cette technique, notamment à travers l'acquisition de spectres de référence et la mesure de facteurs de sensibilité pour des composés élémentaires et binaires<sup>3</sup>. Nous illustrons les performances de cette technique en termes de quantification via l'étude de couches de SiP à teneur en phosphore variable.

Nous présentons ensuite quelques résultats concernant l'analyse de dispositifs tels que les transistors à haute mobilité électronique (HEMTs). L'HAXPES fournit des informations sur l'oxydation du GaN à l'interface critique Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN<sup>4</sup>. Cette technique est aussi utilisée pour mettre en évidence l'impact de la gravure du GaN<sup>5</sup> et des recuits post-dépôt d'alumine<sup>6</sup> sur la qualité de cette interface enterrée. Les résultats sont corrélés aux caractéristiques électriques des dispositifs afin d'optimiser les procédés de fabrication de ces transistors.



**Figure 1.** Schéma de l'empilement représentatif du HEMT et spectres Ga<sub>2p<sub>3/2</sub></sub> mesurés en source Cr K $\alpha$  en fonction de l'épaisseur d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Références

1. Kalha, C. *et al.*, *J. Phys. : Condens. Matter.*, **2021**, 33, 233001.
2. Renault, O. *et al.*, *Faraday Disc.*, **2022**, 236, 288-310.
3. Deleuze, P. M. *et al.*, *Surf. Sci. Spectra*, **2024**, 31, 014006 & **2023**, 30, 024029.
4. Spelta, T. *et al.*, *Surf. Int. Anal.*, **2024**, 1-9.
5. Spelta, T. *et al.*, *Solid-State Elec.*, **2023**, 208, 108743.
6. Fernandes Paes Pinto Rocha, P. *et al.*, *Power Elec. Dev. Comp.*, **2023**, 4, 100033.

### Remerciements

Ce travail, réalisé (en partie) sur la Plate-Forme de Nano-Caractérisation (PFNC), a bénéficié d'aides de l'Etat gérées par l'Agence Nationale de la Recherche au titre des programmes « Recherche Technologique de Base » et France 2030 (ANR-22-PEEL-0014).

Affiliations actuelles: \*ST Microelectronics, ST Crolles, France, \*\*SOITEC, Bernin, France.