



HAL
open science

Étude par microscopies à sondes locales de surfaces GaN gravées à l'argon pour la réalisation de diodes Schottky

Amir Al Abdallah, Malek Zegaoui, L. Thomas, Etienne Okada, Mohammed Zaknune

► To cite this version:

Amir Al Abdallah, Malek Zegaoui, L. Thomas, Etienne Okada, Mohammed Zaknune. Étude par microscopies à sondes locales de surfaces GaN gravées à l'argon pour la réalisation de diodes Schottky. Forum des microscopies à sondes locales 2025, Mar 2025, Spa, Belgique. <hal-05024096>

HAL Id: hal-05024096

<https://hal.science/hal-05024096v1>

Submitted on 7 Apr 2025

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.



HAL Authorization

Étude par microscopies à sondes locales de surfaces GaN gravées à l'argon pour la réalisation de diodes Schottky

Amir AL ABDALLAH^{1,3}, Malek ZEGAOUI², **Louis THOMAS**¹, Etienne OKADA¹, Mohammed ZAKNOUNE¹

¹ Institut d'Électronique de Microélectronique et de Nanotechnologie, CNRS, Univ. Lille, ISEN, Univ. Valenciennes, UMR 8520 – IEMN, Lille, France

² Institut de Recherche sur les Composants logiciels et matériels pour l'Information et la Communication Avancée, CNRS, Univ. Lille, UAR 3380 – IRCICA, Lille, France

³ Laboratoire d'Études du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique et Atmosphères, CNRS, Observatoire de Paris PSL, Sorbonne Univ., Cergy Paris Univ., UMR 8112 – LERMA, Paris, France

Motivation : Mesures en conditions extrêmes

Investigation de l'atmosphère de Venus

Diodes Schottky opérant jusque 500°C

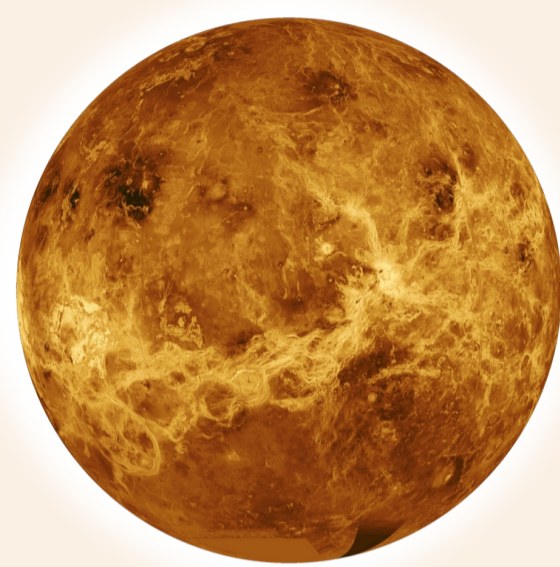
Stratégie : Nitrure de Gallium (GaN) : haute conductivité thermique + Métaux réfractaires

Fabrication et caractérisation des composants réalisés

- Impact des traitements de surface sur le GaN ?

- Propriétés de surface → Performances des diodes ?

→ **Optimisation de la fabrication**



Caractérisation par microscopies à sondes locales

IEMN, Plateforme de Caractérisation Multi Physique, Pôle Champ Proche

Réseau RENATECH

AFM en conditions ambiantes : Topographie et Modes avancés

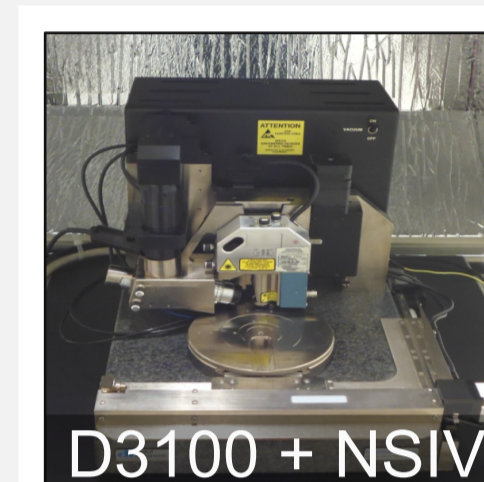
Morphologie + Propriétés électriques

Mesures de rugosité

→ Dimension 3100 (Bruker)

Kelvin Probe Force Microscopy

→ Dimension ICON (Bruker)

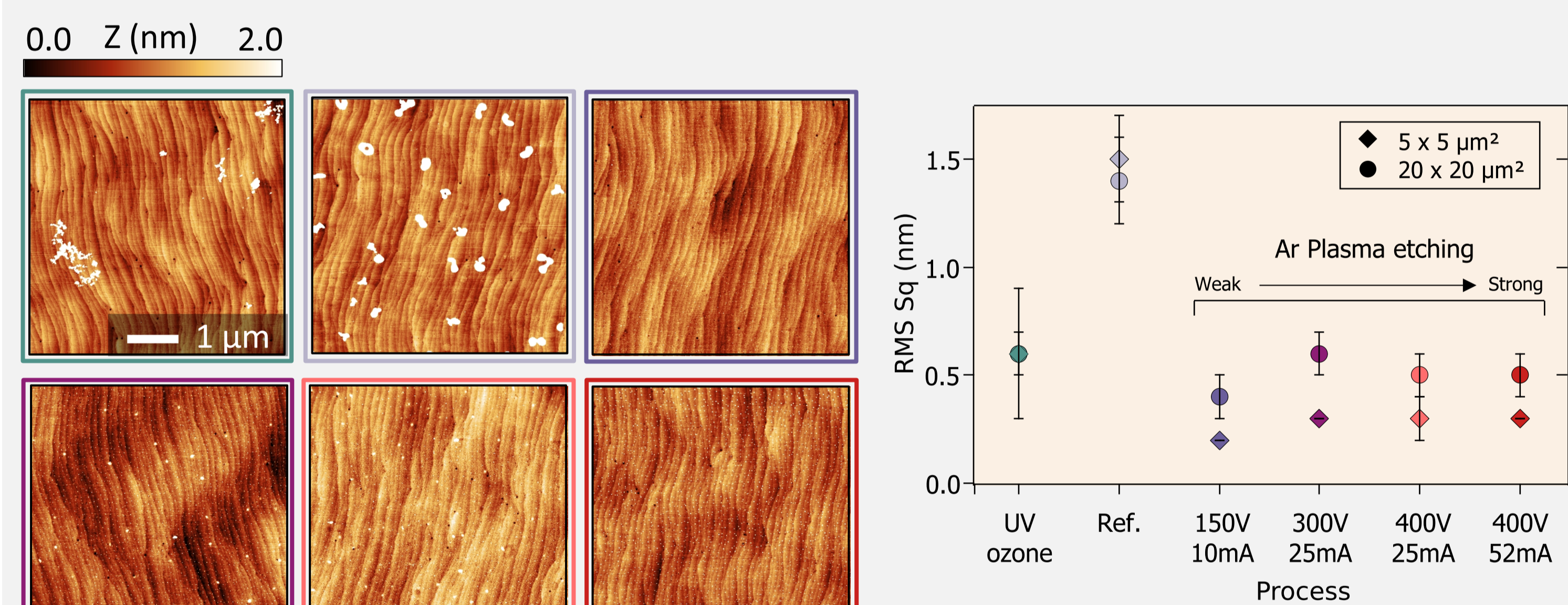


Résultats

Analyse de rugosité

- **Diminution de la rugosité** de 1.5 à <0.6 nm après gravure plasma.

- Pas d'influence de la puissance du plasma sur la rugosité.



Sondes LprobeTapping40_Al-Si-30 (Vmicro)

Frequency Modulation Sidebands KPFM

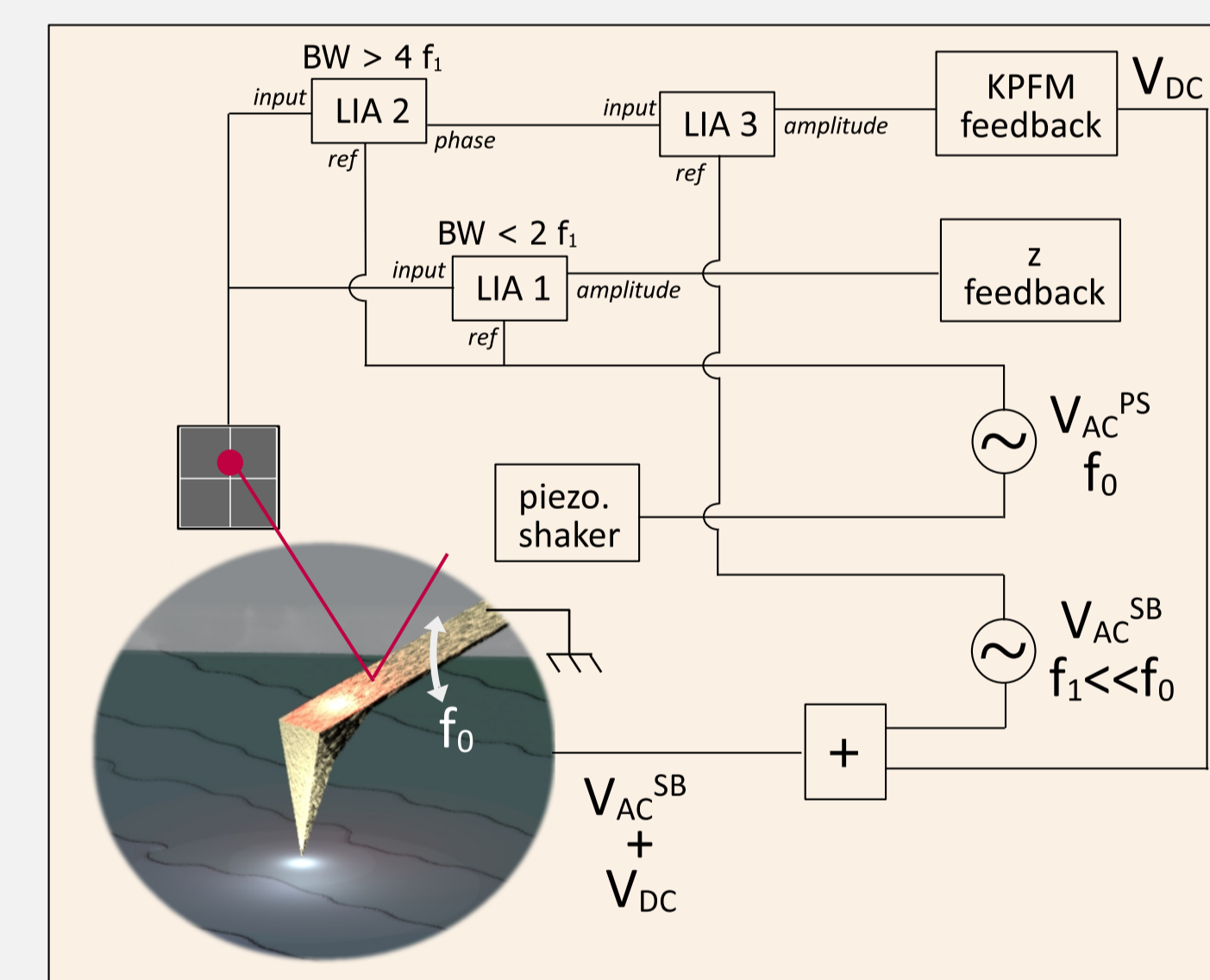
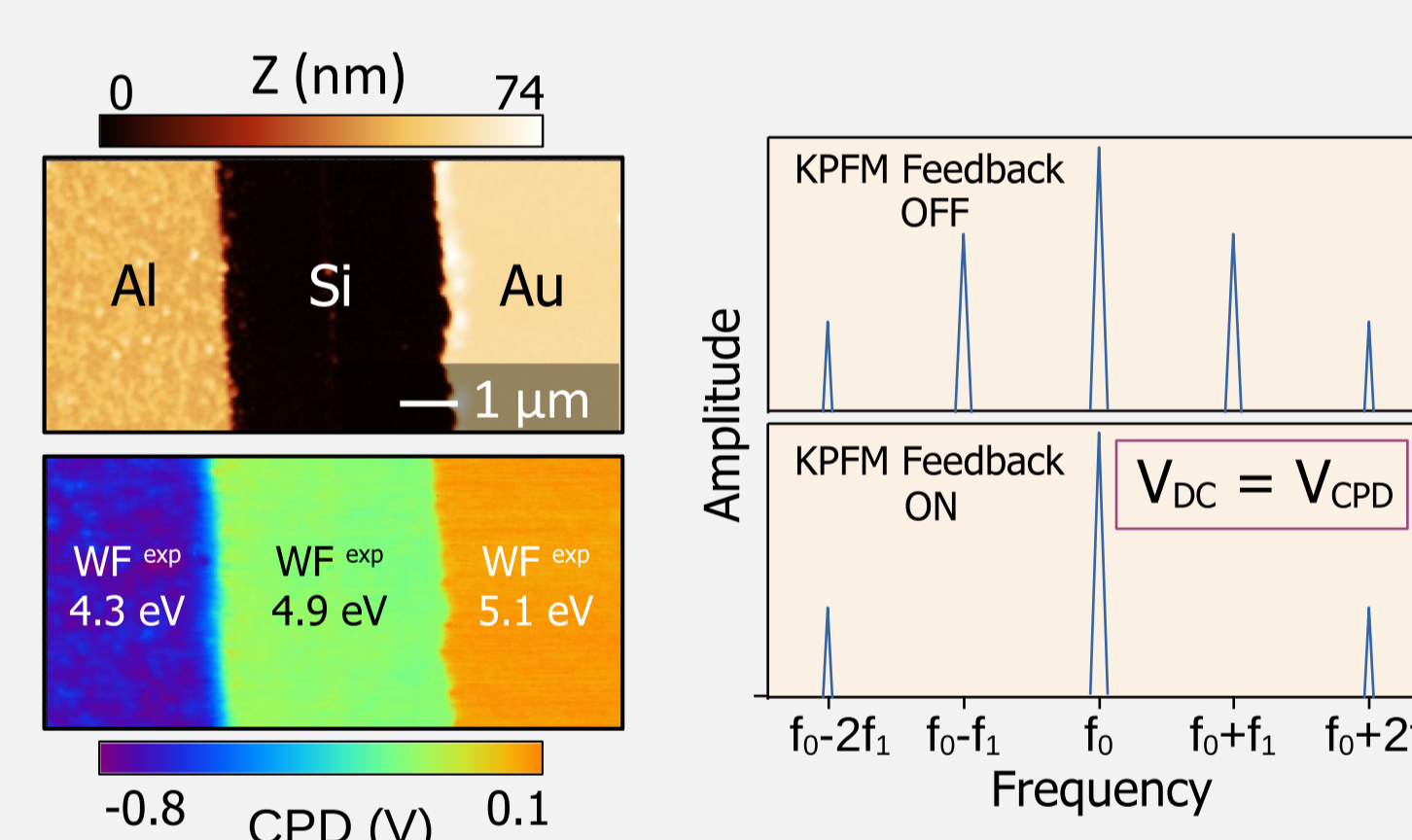
Contact Potential Difference (V_{CPD}) entre la sonde et la surface

Mesure du CPD par compensation de forces électrostatiques

Excitation mécanique @ f_0 & Potentiel de l'échantillon @ f_1

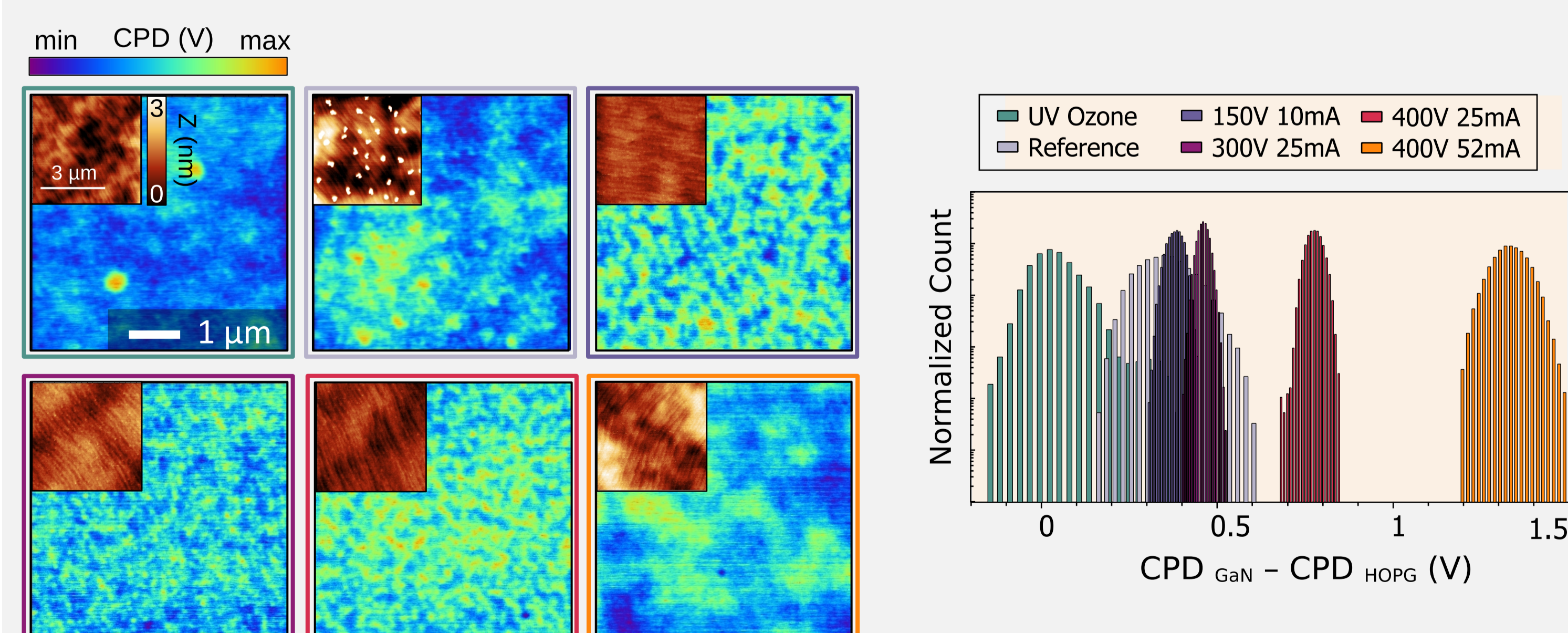
→ Mixage @ $f_0 \pm f_1, f_0 \pm 2f_1$

$$F_{f_0 \pm f_1} \propto (V_{CPD} - V_{DC}) V_{AC}^{SB} [\sin(2\pi(f_0 - f_1)t) + \sin(2\pi(f_0 + f_1)t)]$$



Mesures KPFM

Mesure du CPD du GaN, comparé au *Highly Ordered Pyrolytic Graphite* (HOPG) fraîchement exfolié. CPD_{HOPG} mesuré à 2h d'intervalle.

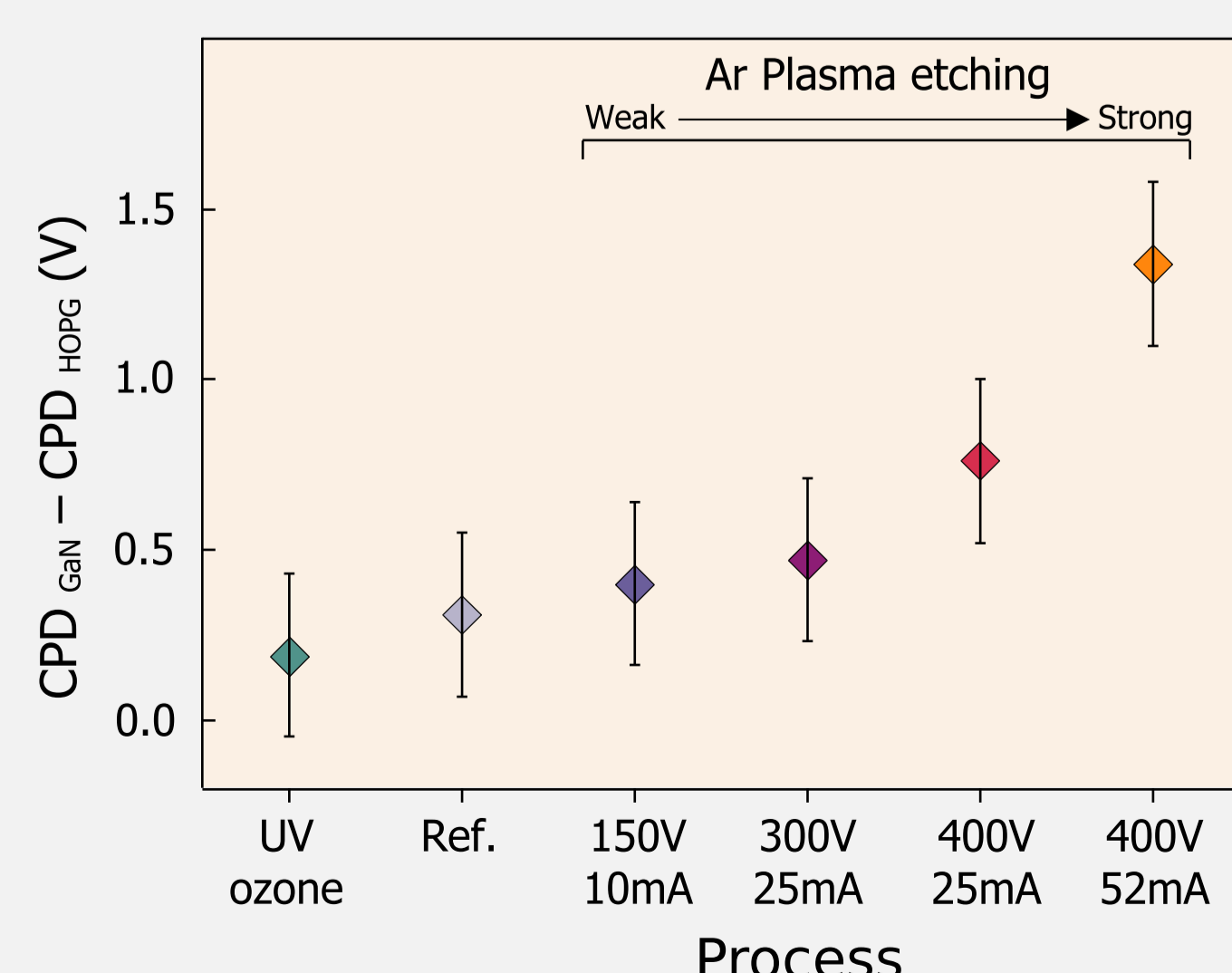


Mesures sur 3 zones par échantillon.

- **Augmentation du CPD n-GaN / Pt avec la puissance du plasma.**

- Hypothèse : Inclusion d'Ar dans le GaN.

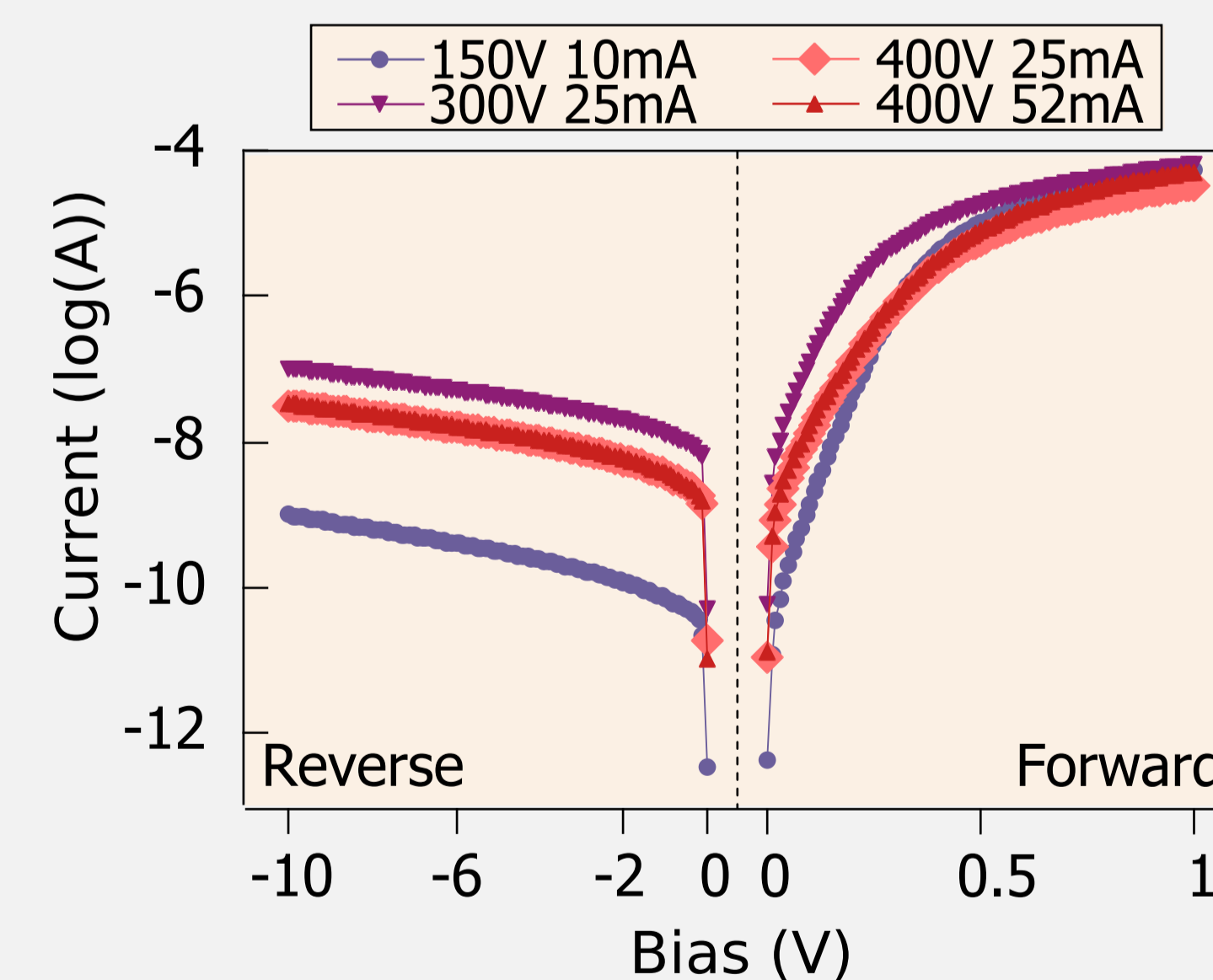
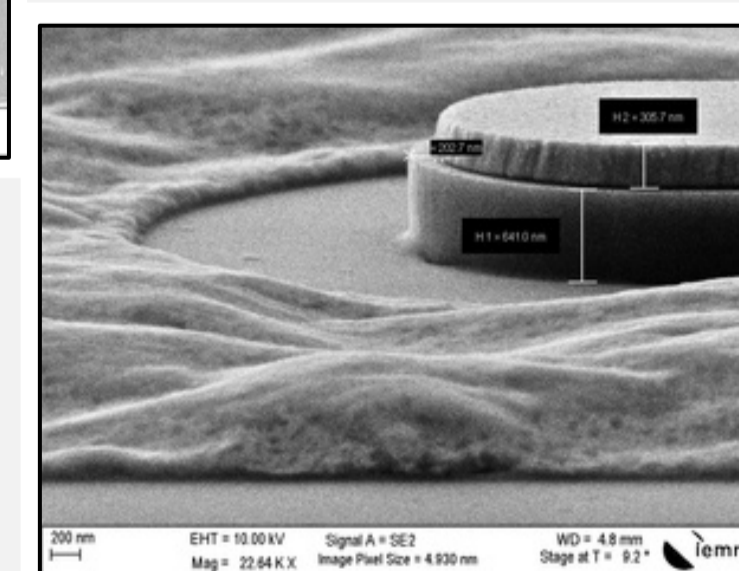
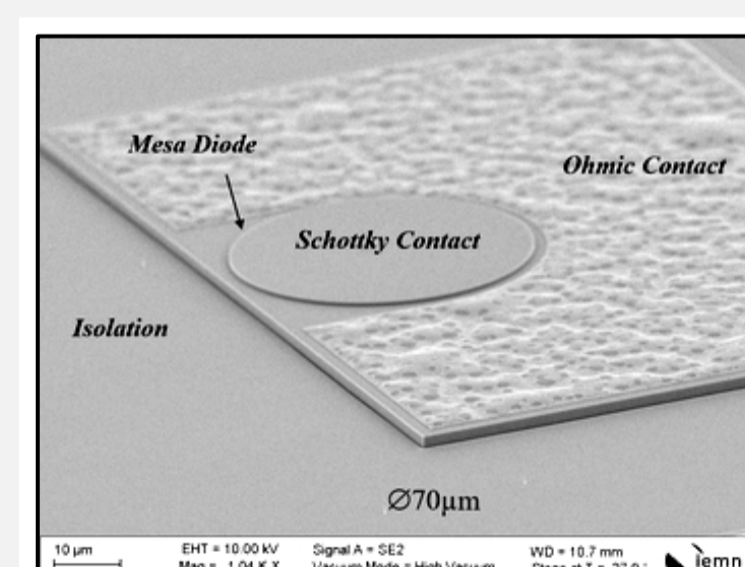
→ Effets de la suite du process ?



Sonde LprobeSoft03_Pt-Pt-30 (Vmicro)

Diodes Schottky n-GaN / Metal

Réalisation des diodes et mesure de caractéristiques I-V.



- Meilleures performances pour le **plasma Ar le moins fort.**

→ Mise en perspective avec les mesures KPFM ?

Références

Kai *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. 2020, 53, 235104
Barbet *et al.*, Appl. Phys. Lett. 2008 93, 212107
Axt *et al.*, Beilstein J. Nanotechnol. 2018, 9, 1809
Li *et al.*, Bruker Nano Surfaces App. Note 140, 2013
Hałas *et al.*, Materials Science – Poland 2006, 24, 951